BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE STUDIEN

Frank Schöneborn

Strategisches Controlling mit System Dynamics

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH

Betriebswirtschaftliche Studien

Betriebswirtschaftliche Studien

(ehemals Heidelberger betriebswirtschaftliche Studien)

Informationen über frühere in der Reihe erschienene Bände sendet Ihnen auf Anfrage gerne der Verlag.

Ewert, R.: Wirtschaftsprüfung und asymmetrische Information. 1990. *Vergriffen*

Schuster, P.: Erfolgsorientierte Steuerung kleiner und mittlerer Unternehmen. Funktionale, instrumentelle und organisatorische Aspekte eines größengerechten Controlling-Systems. 1991. *Vergriffen*

Laux, H., Schenk-Mathes, H. Y.: Lineare und nichtlineare Anreizsysteme. Ein Vergleich möglicher Konsequenzen. 1992. ISBN 3-7908-0596-3

Schwinger, R.: Einkommens- und konsumorientierte Steuersysteme. Wirkungen auf Investition, Finanzierung und Rechnungslegung. 1992. ISBN 3-7908-0597-1

Pfaff, D.: Kostenrechnung, Unsicherheit und Organisation. 1993. *Vergriffen*

Schöbel, R.: Kapitalmarkt und zeitkontinuierliche Bewertung. 1995. ISBN 3-7908-0835-0

Sander, M.: Internationales Preismanagement. 1997. ISBN 3-7908-0991-8

König, R.: Wirtschaftliche Effizienz und Steuerreformen. 1997. ISBN 3-7908-0998-5

Ossadnik, W.: Mehrzielorientiertes strategisches Controlling. 1998. ISBN 3-7908-1088-6

Dyckhoff, H., Ahn, H. (Hrsg.): Produktentstehung, Controlling und Umweltschutz. 1998. ISBN 3-7908-1098-3

Diedrich, R.: Entscheidungen bei Ungewißheit. 1999. ISBN 3-7908-1167-X

Klose, W.: Standortplanung in distributiven Systemen. 2001. ISBN 3-7908-1410-5

Krafft, M.: Kundenbindung und Kundenwert. 2002. ISBN 3-7908-1445-8

Pfnür, A.: Betriebliche Immobilienökonomie. 2002. ISBN 3-7908-1487-3

Wallmeier, M.: Der Informationsgehalt von Optionspreisen. 2003. ISBN 3-7908-0036-8

Helbig, R.: Prozessorientierte Unternehmensführung. 2003. ISBN 3-7908-0040-6

Frank Schöneborn

Strategisches Controlling mit System Dynamics

Mit 268 Abbildungen und 5 Tabellen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Frank Schöneborn
Kettengasse 6–8
69117 Heidelberg
frank.schoeneborn@t-online.de

ISBN 978-3-7908-0105-7 ISBN 978-3-7908-2699-9 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-7908-2699-9

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004
Ursprünglich erschienen bei Physica-Verlag Heidelberg 2004

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Erich Kirchner, Heidelberg

SPIN 10942888 88/3130-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort

Strategische Früherkennung und strategische Planungsaufgaben werden in Zeiten hoher Komplexität und Dynamik immer wichtiger für eine langfristig erfolgreiche Unternehmenssteuerung. Häufig wird in der unternehmerischen Praxis eine wirtschaftliche Fehlentwicklung für unvorhersehbar gehalten und daher trotz ihrer erheblichen Auswirkungen weitgehend akzeptiert. Mit Blick auf die möglicherweise weitreichenden Konsequenzen sollte das strategische Controlling zur Vermeidung solcher Situationen rechtzeitig alle die langfristige Gesamtunternehmensentwicklung beeinflussenden Zusammenhänge erkennen und bestimmte Tendenzen vorhersehen. Entscheidungen großer Tragweite sind hier bereits im Vorfeld auf ihre vollständige Kurz- und Langfristwirkung innerhalb und außerhalb des Unternehmens zu überprüfen. Besondere Bedeutung kommt dabei zeitverzögerten Rückkopplungen zu, denn eine kurzfristig erfolgreiche Maßnahme zur Ergebnisverbesserung wirkt sich langfristig möglicherweise extrem negativ aus. Nur bei Erfüllung dieser Aufgaben kann ein strategisches Controlling tatsächlich die nachhaltige Existenzsicherung des Unternehmens gewährleisten.

Das vorliegende Buch greift die Methode der systemdynamischen Modellierung und Simulation (System Dynamics) auf und zeigt die vielfältigen Möglichkeiten zur instrumentellen Unterstützung eines strategischen Controlling. Es wird dazu ein Unternehmensmodell entwickelt, mit dem unterschiedliche Szenarien quantitativ analysiert und strategische Entscheidungen in ihren Auswirkungen auf das gesamte Unternehmen und dessen finanziellen Erfolg überprüft werden. Die gewonnenen Erkenntnisse unterstreichen schließlich die Eignung zu Zwecken der Früherkennung und strategischen Planung in Unternehmen.

Die Arbeit entstand in den letzten fünf Jahren und ist das Ergebnis eines langen Forschungs- und Erkenntnisprozesses. Zu diesem haben eine Vielzahl von Menschen in unterschiedlicher Form beigetragen. Als erstes gilt mein größter Dank Herrn Prof. Dr. Dr. Rainer Schwarz, der mich als akademischer Lehrer bereits im Studium begleitete und zur Anfertigung dieser Arbeit ermunterte. In unzähligen mitternächtlichen Telefonaten und durch regelmäßige weltweite Treffen kam trotz der regionalen Distanz ein reger Forschungsaustausch zustande, der erheblich zum inhaltlichen Gelingen beigetragen hat.

Als nächstes möchte ich Herrn Dipl.-Kfm. Jörn W. Ewaldt danken, der mich 1995 durch seine Assistententätigkeit an der BTU Cottbus mit der vergleichsweise wenig verbreiteten Methode System Dynamics bekannt machte und letztlich damit mein Interesse an diesem Gebiet begründete.

Weiterhin freue ich mich sehr, daß Herr Prof. Dr. Erich Zahn die Funktion des Zweitgutachters übernahm, denn seine teilweise weit zurückreichenden grundle-

genden Arbeiten zu System Dynamics und zur strategischen Planung waren mir ein ständiger Wegweiser. Dafür möchte ich mich ausdrücklich bedanken.

Ein besonderer Dank geht zudem an die Fa. Powersim GmbH und hier insbesondere an Herrn Dr. Kai Berendes einerseits für die freundliche Bereitstellung der Software und andererseits für die gute Zusammenarbeit, die hoffentlich in künftigen Projekten noch weiter intensiviert werden kann.

Nicht außer acht bleiben darf die Unterstützung bei der Literaturrecherche. Hier danke ich Frau Susanne Gerhard und Herrn Christian Pusch für die stets zuverlässig geleistete Arbeit.

Abschließend bedanken möchte ich mich bei den Herren Dr. Bernd Viehweger, Dipl.-Ing. Sören Frischke und Mag. rer. soz. oec. David A. Maier sowie bei Kollegen aus der Praxis für die vielen fruchtbaren Fachdiskussionen, deren Erkenntnisse auch Eingang in das Buch gefunden haben.

Heidelberg im September 2003 Frank Schöneborn

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung und Überblick ... 1
1.1 Problemstellung ... 1
1.2 Lösungsidee ... 5
1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise ... 9

2 Strategisches Controlling und Unternehmensdynamik ... 15
2.1 Aufgaben und Probleme im strategischen Controlling ... 15
2.1.1 Begriff des strategischen Controlling ... 15
2.1.2 Langfristige Planung als Aufgabe ... 17
2.1.3 Bewältigung von Komplexität und Dynamik als Problem ... 20
2.2 System und Unternehmung ... 23
2.2.1 Systembegriff, Steuerung und Regelung ... 23
2.2.2 Überblick zu Unternehmensmodellen ... 30
2.3 Grundlagen von System Dynamics ... 34
2.3.1 Ursprung und Grundlagen von System Dynamics ... 34
2.3.2 Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von System Dynamics ... 45
2.4 Dynamische Ansätze in der Betriebswirtschaftslehre ... 47
2.4.1 Balanced Scorecard ... 47
2.4.2 Vernetztes Denken in der Betriebswirtschaftslehre ... 52
2.4.3 System Dynamics in der Betriebswirtschaftslehre ... 58

3 Systemdynamisches Modell eines idealtypischen Unternehmens ... 69
3.1 Ausgangspunkt ... 69
3.2 Rahmenbedingungen und Annahmen ... 70
3.3 Elementarsektor Markt ... 72
3.3.1 Marktsystem und Marktmodell ... 72
3.3.2 Wertsystem und Wertmodell Markt ... 85
3.4 Elementarsektor Produktion ... 87
3.4.1 Produktionssystem und Produktionsmodell ... 87
3.4.2 Wertsystem und Wertmodell Produktion ... 99
3.5 Elementarsektor Vertrieb und Service ... 109
3.5.1 Vertriebs-/ Servicesystem und Vertriebs-/ Servicemodell ... 109
3.5.2 Wertsystem und Wertmodell Vertrieb / Service ... 119
3.6 Elementarsektor Forschung und Entwicklung ... 124
3.6.1 FuE-System und FuE-Modell ... 124
3.6.2 Wertsystem und Wertmodell FuE ... 128
3.7 Elementarsektor Verwaltung ... 133

3.7.1 Verwaltungssystem und Verwaltungsmodell ... 133
3.7.2 Wertsystem und Wertmodell Verwaltung ... 143
3.8 Wertsystem und Wertmodell ... 149
3.8.1 Wertsystem ... 149
3.8.2 Wertmodell ... 154

4 Simulation von Basis- und Bedrohungsszenarien ... 159
4.1 Rahmenbedingungen und Basissimulation ... 159
4.1.1 Rahmenbedingungen und Szenarioübersicht ... 159
4.1.2 Simulationsergebnis Basisszenario ... 162
4.2 Simulation von Bedrohungsszenarien ... 165
4.2.1 Szenario 1: Bedrohung durch Nachfragerückgang ... 165
4.2.2 Szenario 2: Bedrohung durch Preisverfall ... 170
4.2.3 Szenario 3: Bedrohung durch Materialkostenanstieg ... 174
4.2.4 Szenario 4: Unternehmenskrise durch Extrembedrohung ... 178

5 Simulation strategischer Entscheidungen ... 183
5.1 Übersicht Abwehrstrategien ... 183
5.2. Abwehrstrategie 1: FuE-Personalabbau ... 184
5.2.1 Szenariobeschreibung FuE-Personalabbau ... 184
5.2.2 Simulationsergebnis und Diskussion ... 185
5.3 Abwehrstrategie 2: Produktivitätssteigerung in der Produktion ... 190
5.3.1 Szenariobeschreibung Produktivitätssteigerung ... 190
5.3.2 Simulationsergebnis und Diskussion ... 191
5.4 Abwehrstrategie 3: Intensivierung FuE ... 195
5.4.1 Szenariobeschreibung Intensivierung FuE ... 195
5.4.2 Simulationsergebnis und Diskussion ... 195

6 Zusammenfassung und Ausblick ... 201
6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse ... 201
6.2 Ausblick und Möglichkeiten weiterer Forschungsarbeit ... 202

Anhang 1: Übersicht Gleichungen ... 205

Anhang 2: Definition Basisszenario ... 217

Anhang 3: Detailergebnisse Basisszenario ... 231

Literaturverzeichnis ... 257

1 Einführung und Überblick

1.1 Problemstellung

Strategisches Controlling und die als Kernaufgabe enthaltene langfristige Unternehmensplanung erarbeitet heute Maßnahmen, die die zukünftige Existenz des Unternehmens sicherstellen.[1] Dies bedingt eine systematische Erkennung von Chancen und Risiken unter Berücksichtigung von Umweltveränderungen. Damit besteht eine Zielsetzung des strategischen Controlling in der Bereitstellung und Nutzung von quantitativen und qualitativen Instrumenten zur Früherkennung und Frühwarnung, um existenzbedrohliche Entwicklungen durch eine rechtzeitige Anpassung des Unternehmens zu vermeiden.[2]

Regelmäßig werden große Unternehmen, die bislang durch starkes Wachstum hervortraten und mit ihrem überdurchschnittlichen Erfolg viel Aufmerksamkeit in ihrem Umfeld und an den Kapitalmärkten erregten, durch Marktstagnation, steigende Kosten oder Kundenschwund überrascht. Um trotz dieser geschäftlichen Fehlentwicklungen die Planziele zu erreichen, scheint für die Praxis kurzfristiges Reagieren im Sinne einer Ergebniskorrektur unumgänglich. Aus strategischer Sicht kann dies jedoch nicht in jedem Fall als sinnvoll und im Extremfall sogar als offensichtlich schädlich eingeschätzt werden. Hat im Falle überraschender Entwicklungen das strategische Controlling bzw. haben die eingesetzten Instrumente versagt? Waren aus Sicht des Controlling derartige unerwünschte wirtschaftliche Entwicklungen absehbar? In welchem Ausmaß waren die Ursachen für das Nichterreichen des ursprünglich Gewollten und Erstrebten vorhersehbare Ereignisse?[3] Falls ja, welche Instrumente im Sinne eines strategischen Unternehmenscontrolling wären notwendig gewesen bzw. können zur Lösung dieser Probleme eingesetzt werden, um geeignete Steuerungsmaßnahmen zur Sicherung des langfristigen Unternehmenserfolgs zu identifizieren?

Unternehmen sind wirtschaftliche Einheiten, deren vorrangiges Ziel neben der nachhaltigen Existenzsicherung der langfristige finanzielle Erfolg ist.[4] Von fundamentaler Bedeutung ist dabei die Frage nach dem Wachstum des Unternehmens, denn Überleben und Wachstum sind auf das engste miteinander verbunden.[5]

---

[1] Vgl. Schröder, E.F. (2000, S.233), Gälweiler, A. (1986, S.64).
[2] Vgl. Müller, H. / Grotheer, M. (2002, S.215).
[3] Vgl. Gälweiler, A. (1986, S.39).
[4] Vgl. Baum, H.-G. / Coenenberg, A.G. / Günther, T. (1999, S.5), Hahn, D. (1996, S.99).
[5] Vgl. Zahn, E. (1971, S.12).

F. Schöneborn, *Strategisches Controlling mit System Dynamics*
© Physica-Verlag Heidelberg 2004

Naheliegende und äußerlich über Perioden leicht sichtbare erfolgsrelevante Größen wie Umsatz und Gewinn, aber auch Kennzahlen wie Mitarbeiterzahl und Kapazität sind Indizien für Wachstum, Stagnation und Verfall und kennzeichnen den Erfolg eines Unternehmens (vgl. Abb. 1.1).[6]

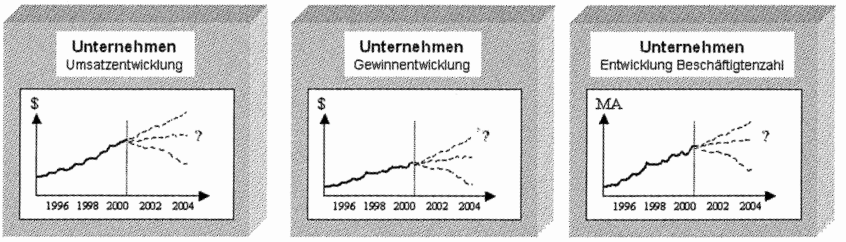


Abb. 1.1. Möglichkeiten einer Unternehmensentwicklung

Aufgrund des durch das Shareholder-Value-Konzept erzeugten Druckes auf Unternehmen nach schnellem Umsatz- und Gewinnwachstum stellt sich aus betriebswirtschaftlicher Sicht die zentrale Frage, welche externen und internen Faktoren das Wachstum bzw. die Wachstumsmöglichkeiten eines Unternehmens beeinflussen. Damit werden Fragestellungen verbunden:[7]

- Welche Einflußfaktoren existieren und wie ist deren Wirkung untereinander und auf das Unternehmen insgesamt?
- In welchen Grenzen ist das Wachstum von Unternehmen durch das Management bzw. dessen Entscheidungen beeinflußbar und in welchem Maße ist die Entwicklung fremdbestimmt?
- Welche kurz- und langfristigen Auswirkungen haben bestimmte operative Entscheidungen des Managements auf des Gesamtsystem Unternehmen und dessen Entwicklung?
- Wie können die relevanten Einflußgrößen identifiziert und genutzt werden?
- Wie kann ein stabiles, langfristiges und „gesundes" Wachstum erreicht werden?
- Gibt es Grenzen des Unternehmenswachstums?
- Woher resultieren stagnierende oder rückläufige Entwicklungen und weshalb sind Unternehmen bei langfristiger Betrachtung unterschiedlich erfolgreich?

Wachstum ist bei Unternehmen im Unterschied zur Biologie kein zwangsläufiger oder zufälliger Prozeß. Vielmehr ist es Ausdruck und Ergebnis bewußten Ent-

[6] Vgl. Zahn, E. (1971, S.92).

[7] Einige der Fragen formulierten bereits: vgl. Zahn, E. (1971, S.92), Weil, H.B. (1984, S.461).

scheidens und Handelns. Insbesondere langfristig wirkende Entscheidungen werden aufgrund mangelhafter Informationen unter großer Unsicherheit getroffen.[8]

Um einerseits dem Grundgedanken des Shareholder-Value-Konzepts zu folgen und andererseits das langfristig erfolgreiche Wirtschaften in einem Unternehmen zu gewährleisten, wird es als Aufgabe des Controlling gesehen, innerhalb des Unternehmens zur Sicherstellung der Zielerreichung entsprechende Steuerungsmechanismen zu etablieren. In der Unternehmenspraxis sind Controller und Controllingabteilungen inzwischen institutionalisiert und die hohe Nachfrage nach ausgebildeten Controllern unterstreicht die steigende Bedeutung des Controlling als eigenständige betriebswirtschaftliche Disziplin. In der inzwischen umfangreich vorhandenen Literatur zum Thema Controlling finden sich ausführliche Erläuterungen und Diskussionen zu modernen Instrumenten und deren praktischer Umsetzung im Rahmen eines Controllingsystems.

Die in Theorie und Praxis vorherrschenden Controllingaktivitäten und Instrumente sind aufgrund der Geschäftsjahresorientierung primär auf einen einjährigen und somit operativen Zeithorizont ausgerichtet.[9] Die etablierten Planungsinstrumente bieten die Möglichkeit, für kurze Zeitintervalle sehr exakt das gesamte betriebliche Geschehen monetär abzubilden und die Zielerreichung sicherzustellen. Eine über die operative Planung hinausgehende Mittel- und Langfristplanung im Sinne eines strategischen Controlling zur analytischen Gewinnung von Informationen über zukünftige Entwicklungen wird in deutlich geringerem Detaillierungsgrad vorgenommen. Hier überwiegt bei der Planung die Tendenz zum statischen Fortschreiben bzw. zur Extrapolation von operativen Plandaten unter der Annahme einer statischen Entwicklung des Unternehmens und seiner Umwelt. Monetäre und nicht-monetäre Kennzahlen wie z.B. Kapitalrenditen oder Mitarbeiterzahlen werden statisch in die Zukunft projiziert. Durch die sich dynamisch ändernde Umwelt führt dies allenfalls kurzfristig zu realitätsnahen Daten. Langfristig ist dieses Vorgehen zum Scheitern verurteilt.[10]

Werden schließlich im Rahmen der operativen Unternehmensplanung oder unterjährig bei Vorschaurechnungen Entwicklungen erkannt, die eine Gefährdung der operativen Planziele signalisieren, zwingt dies die Unternehmen häufig dazu, entweder Planzahlen zu revidieren oder kurzfristige Maßnahmen zur Ergebnisverbesserung einzuleiten.[11] Diese äußern sich aufgrund des zeitlichen Drucks im Zweifel in pauschalen Einstellungsstopps, individuellen Kosteneinsparzielen je Bereich oder kurzfristigen Preisanpassungen.[12] An dieser Stelle wird dem Controlling die Funktion zum Aufzeigen potentieller Einsparmöglichkeiten übertragen. Aufgrund der mehr oder minder sinnvoll durchgeführten Sanktionen kann dieses

[8] Vgl. Zahn, E. (1971, S.12 und S.73).

[9] Vgl. Schröder, E.F. (2000, S.233).

[10] Vgl. Baum, H.-G. / Coenenberg, A.G. / Günther, T. (1999, S.314), Schröder, E.F. (2000, S.124).

[11] Häufig werden Maßnahmen zur Erreichung der Quartalserträge eingeleitet: vgl. Eccles, R.C. (1991, S.15)

[12] Vgl. Horngren, C.T. / Foster, G. / Datar, S.M. (1996, S.178).

Vorgehen in den Fachbereichen schließlich zu Akzeptanzproblemen des Controlling führen.

Maßnahmen mit kurzfristig gewünschter Wirkung können die Unternehmensentwicklung langfristig maßgeblich beeinflussen.[13] Deshalb sollten sie auf ihre vollständige Kurz- und Langfristwirkung innerhalb und außerhalb des Unternehmens überprüft werden. Eine besondere Bedeutung kommt eventuellen zeitverzögerten Rückwirkungen zu, denn eine kurzfristig erfolgreiche Maßnahme kann sich langfristig sehr negativ auswirken. Als Beispiel seien ein Reduzieren der Weiterbildungsmaßnahmen, des Budgets für Forschung und Entwicklung oder ein Minimieren des Servicepersonals genannt. Alle Maßnahmen wirken sich langfristig auf den Markterfolg und somit auf zukünftigen Umsatz und Gewinn aus.[14] Bei Eintreten der unerwünschten Entwicklung kann das Controlling erneut nur durch weitere, kurzfristig wirkende ergebnisverbessernde Maßnahmen zur Zielerreichung eingreifen. Diese können dann einschneidend sein und das Unternehmen endgültig in die Krise führen.[15]

Selbst unter der Annahme, daß in diesem Moment ausreichend finanzielle Mittel vorhanden sind, um die nun auftretenden Probleme wie technologischer Rückstand gegenüber der Konkurrenz, Defizite in der Mitarbeiterqualifikation oder eine zu geringe Zahl qualifizierter Mitarbeiter zu beheben, werden die in der Regel dann kostenintensiv eingeleiteten Maßnahmen wie eine Forcierung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten oder die Suche, Einstellung und Qualifikation von Mitarbeitern erst wieder mit einer bestimmten Zeitverzögerung bemerkbar wirken.

In der Unternehmenspraxis wird als Controllinginstrument zur Lösung der umschriebenen Problemstellungen häufig der Balanced Scorecard Ansatz oder in einigen wenigen Fällen der Ansatz des vernetzten Denkens herangezogen. Diese genügen den Ansprüchen jedoch nur unzureichend.

Auch der Stand der wissenschaftlichen Forschung zeigt, daß für diese Problemstellungen geeignete Methoden und Instrumente noch nicht bereitgestellt werden konnten. Die entwickelten Konzepte und Ansätze zur Erfassung und quantitativen Beschreibung von Unternehmensdynamik sind überschaubar. Insbesondere durch die Entwicklung und Nutzung von Unternehmensmodellen wird angestrebt, bei unterschiedlichen Umweltsituationen möglichst viele strategische und operative Entscheidungen bezüglich ihrer Zielerreichung in künftigen Perioden zu beurteilen.[16] Sie beschränken sich einerseits auf die sehr stark mathematisch orientierten ökonometrischen Modelle und andererseits auf die bisher entwickelten systemdynamischen Modelle. Deren Zahl ist gering und es ist nachweisbar, daß seit 1980

---

[13] Bereits 1984 verwies Kaplan auf die Risiken kurzfristiger Einsparmaßnahmen, die die Wettbewerbsposition langfristig schädigen können: Kaplan, R.S. (1984, S.410-411).

[14] Vgl. Schröder, E.F. (2000, S.194-196).

[15] Albach unterscheidet Haupt- und Nebenwirkungen in einem komplexen System und überträgt dem Controlling die Aufgabe, insbesondere die Nebenwirkungen beherrschbar zu machen und auf diese Weise eine Gefährdung der Unternehmensexistenz zu vermeiden: vgl. Albach, H. (1985, S.33).

[16] Vgl. Lieberknecht, J. / Wiedmann, K.-P. (1984, S.40).

nur wenig Forschungsarbeit zur systemdynamischen Modellierung von Gesamtunternehmen erbracht wurde. Schließlich muß festgestellt werden, daß es gegenwärtig kein systemdynamisches Modell gibt, welches die finanzielle Dynamik von Unternehmen und die damit verbundenen Probleme und Lösungsmöglichkeiten in einer Weise abbildet, die dem Stand des betriebswirtschaftlichen Wissens entspricht. Eine Ausnahme bildet die frühe Arbeit von ZAHN, der zur Untersuchung von Wachstumsprozessen ein systemdynamisches Modell eines Unternehmens entwickelte.[17] Sie erfuhr jedoch keine Weiterentwicklung und trotz großer Fortschritte in der Computertechnik und den jetzt zur Verfügung stehenden Rechenkapazitäten wurde keine weitere Forschungsarbeit in dieser Richtung unternommen. Das gilt umso mehr für die vielfältigen Möglichkeiten zur instrumentellen Unterstützung von Frühwarnsystemen und strategischen Planungsaufgaben. Auch gibt es keine Untersuchungen, in denen anhand eines systemdynamischen Unternehmensmodells Entscheidungen großer Tragweite bereits im Vorfeld quantitativ auf ihre vollständige Kurz- und Langfristwirkung überprüft werden.

Während 1972 festgestellt wurde, daß es noch nicht möglich sei, ein dynamisches Modell für das betriebliche Gesamtsystem zu entwickeln, welches das Systemverhalten simulieren kann, soll die vorliegende Arbeit diese Zielsetzung erneut aufgreifen.[18] An dieser Stelle besteht nach wie vor sowohl in der betriebswirtschaftlichen Forschung als auch in der Unternehmens– und Controllerpraxis erheblicher Nachholbedarf.[19]

1.2 Lösungsidee

Unternehmen werden als offene, äußerst komplexe, soziotechnische Systeme verstanden.[20] In der betriebswirtschaftlichen Forschung finden sich außerdem Ansätze, die das Unternehmen als zielorientiertes wirtschaftliches Aktionszentrum[21] oder als komplexes System funktionaler Zusammenhänge und Abhängigkeiten im Sinne eines Reaktionsgefüges beschreiben.[22] Systeme zeigen über längere Beobachtungszeiträume hinweg durch eigen- und fremdverursachte Einflüsse ein dynamisches Verhalten, welches bei der Betrachtung zu verschiedenen Zeitpunkten durch unterschiedliche Zustände gekennzeichnet ist.[23] Wird das Unternehmen im ersten Schritt als einfaches Input-Output-System materieller und immaterieller Güter begriffen, gibt es einen Input pro Zeiteinheit, d.h. einen Zufluß an elementaren Produktionsfaktoren wie Arbeit und Material sowie einen Output pro Zeitein-

[17] Zahn, E. (1971).
[18] Vgl. Wegner, G. (1972, S.195).
[19] Vgl. Szyperski, N. (1973, S.40), Szyperski, N. / Meller, F. / Rölle, H. (1971, S.33).
[20] Vgl. Hahn, D. (1996, S.8).
[21] Vgl. Kosiol, E. (1966, S.22), Hahn, D. (1996, S.4).
[22] Vgl. Gutenberg, E. (1989, S.29 und S.33).
[23] Ähnlich formuliert Milling die von Dynamik geprägte wechselseitige Beeinflussung von Unternehmen und Umwelt: vgl. Milling, P.M. (1990, S.1).

heit, d.h. einen Abgang an fertigen Produkten. Die Höhe des In- und Outputs je Zeiteinheit ist zunächst von externen Einflußfaktoren abhängig. So kann der Zuliefermarkt durch Engpässe den Input in das Unternehmenssystem einschränken, der Absatzmarkt beeinflußt durch schwankende Nachfrage den Output pro Zeiteinheit.

Die Entwicklung des Systems über die Zeit hängt außerdem maßgeblich von den im Unternehmen vorhandenen Elementen und deren Beziehungen untereinander ab. Es gibt nur dann einen Systeminput, wenn bewußt zu einem bestimmten Zeitpunkt am Zuliefermarkt Personal und Material beschafft werden. Wenn andererseits im Unternehmen keine Produkte vorhanden sind oder noch keine marktfähig fertiggestellt wurden, kann auch kein Output erfolgen. Dies gilt unabhängig vom erfolgten Input und der am Absatzmarkt vorhandenen Nachfrage.

Fortan wird von Regelungsfunktionen innerhalb eines Unternehmens ausgegangen, die den Systeminput, die Transformation der Inputfaktoren zu fertigen Produkten innerhalb des Unternehmens und schließlich den Systemoutput in Form der abgesetzten Produkte verbinden und trotz störender externer Einflüsse das System als Ganzes steuern.

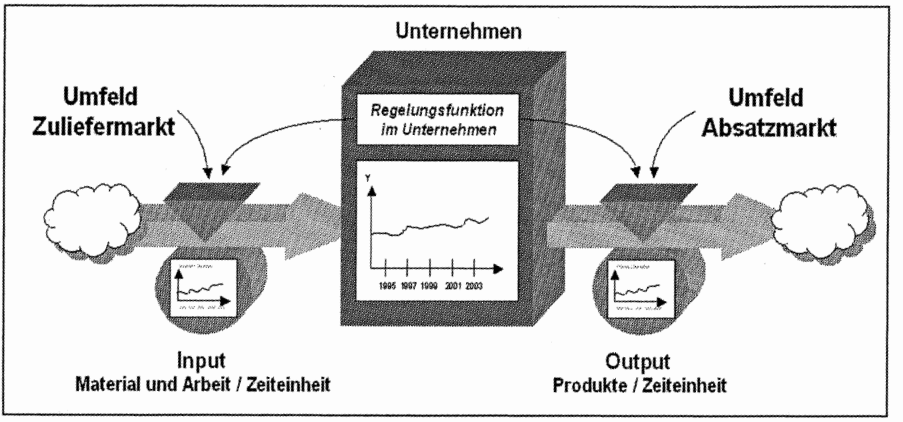


Abb. 1.2. Unternehmen als geregeltes Input-/Output-System aus stofflicher Sicht

Diesem geschlossenen Systemkonzept liegt die Annahme zugrunde, daß nur die im System selbst verankerten Größen das Verhalten des Systems auf Dauer beeinflussen. Außerhalb befindliche Größen werden hinsichtlich ihrer Entwicklung als zufällige Ereignisse betrachtet. Sie wirken auf das System und beeinflussen es, eine Veränderung des charakteristischen Verhaltens erfolgt aber nicht.[24]

Bei einer Vernachlässigung der externen Störeinflüsse auf der In- und Outputseite hängt der zeitpunktorientierte Zustand davon ab, nach welchen im Unternehmenssystem selbst verankerten funktionalen Abhängigkeiten und Strukturen

[24] Vgl. Zahn, E. (1971, S.85).

der stoffliche In- und Output bestimmt wird.[25] Bei der tatsächlichen Existenz dieser Abhängigkeiten und bei Kenntnis der Wechselwirkungen untereinander sowie deren Verbindungen zur Unternehmensumwelt soll davon ausgegangen werden, daß die dynamische Entwicklung von Unternehmen erklärbar, modellhaft nachbildbar und unter einigen, die externen Störeinflüsse betreffenden Annahmen auch für längere, in der Zukunft liegende Zeiträume mit einer gewissen Genauigkeit vorhersehbar bzw. prognostizierbar sein kann. Die fundamentale Ungewißheit im Unternehmen kann grundsätzlich nicht beseitigt werden, dennoch schafft dieser Ansatz trotz der vorgenommenen Vereinfachungen im Modell ein besseres Verständnis für das Gesamtsystem. Ohne den Einsatz mathematischer Modelle ist es nicht möglich, die komplizierten Beziehungen im Unternehmenskomplex überschaubar zu machen und mögliche Konsequenzen aus Handlungsalternativen abzuschätzen.[26]

Wird das Unternehmen als dynamisches System interpretiert, können aus Unternehmensstrategien resultierend Ziele, Erwartungshaltungen und Wunschvorstellungen auf das System und dessen zukünftiges Verhalten, z.B. der Wunsch nach langfristig stabilem Wachstum oder bestimmte Zielkennzahlen wie Return-on-Investment, übertragen werden. Tatsächlich werden aber in Ermangelung von Steuerungsinstrumenten, die auf das dynamische Gesamtsystem fokussieren, erwünschte und unerwünschte, beabsichtigte und unbeabsichtigte, vorhersehbare und nicht vorhersehbare Entwicklungen eintreten.

Für Unternehmen besteht die grundlegende Herausforderung nach dem Auffinden der das Systemverhalten bestimmenden funktionalen Abhängigkeiten und dem Begreifen ihres Zusammenspiels, um mit dieser Erkenntnis das Systemverhalten vorherzusehen und eine Regelung des Gesamtsystems durch ein geeignetes Steuerungsinstrumentarium zu erarbeiten. Als Ziel läßt sich die Verhinderung bzw. Abmilderung unerwünschten Systemverhaltens und die dauerhafte Einregelung auf einen Wunschzustand formulieren.

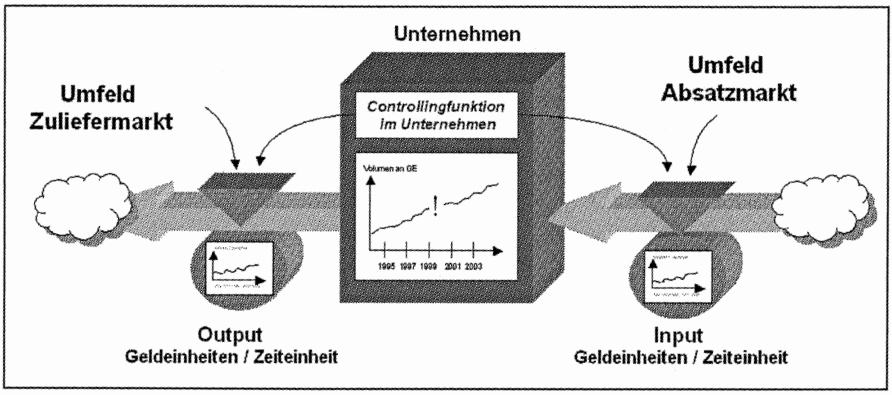


Abb. 1.3. Unternehmen als geregeltes Input-/Output-System aus monetärer Sicht

[25] Vgl. Bleicher, K. (1972, S.179).
[26] Vgl. Koziolek, H. / Matthes, B. / Schwarz, R. (1988, S.11).

Während aus stofflicher Sicht langfristig alle Faktoren das System vollständig durchlaufen, sollten aus betriebswirtschaftlicher Sicht langfristig mehr finanzielle Mittel zu- als abfließen. Der sich so im Unternehmen mehrende finanzielle Mittelbestand kann als in Geldeinheiten ausgedrückter Mehrwert der unternehmerischen Tätigkeit interpretiert werden. Das Ziel der Sicherung der langfristigen Überlebensfähigkeit, verbunden mit maximalem finanziellen Erfolg des Unternehmens, wird durch eine stete Zunahme des im Unternehmen befindlichen Wertes gewährleistet.

Inhaltlich liegt bei beiden Sichtweisen der gleiche wertschöpfende Prozeß zugrunde. Die finanzielle Abbildung, Betrachtung und bewußte Steuerung des Werteflusses durch das Unternehmen kann im Controlling nicht isoliert erfolgen. Vielmehr muß die stoffliche und die monetäre Sicht als Einheit verstanden werden. Daraus erwächst auch für das Controlling die Herausforderung nach dem Auffinden und Verstehen der bestimmenden funktionalen Abhängigkeiten und Wirkungszusammenhänge innerhalb des Unternehmens und zu dessen Umwelt. Deren Kenntnis ist für eine sinnvolle und bewußte Installierung von internen Steuerungsmechanismen erforderlich, um finanziell unerwünschte Entwicklungen frühzeitig vorherzusehen und mit geeigneten und auch langfristig sinnvollen Maßnahmen gegensteuern zu können.[27]

Zur Erkennung, Durchdringung und Beschreibung der funktionalen Zusammenhänge in komplexen und dynamischen Systemen soll auf die in der systemdynamischen Literatur verwendeten Wirkungsdiagramme (Causal-loop-diagrams) sowie Diagramme von Bestands- und Flußgrößen (stock-flow-diagrams) zurückgegriffen werden. Sie erlauben das Beschreiben von dynamischen Systemen und deren Zustandsänderungen und erleichtern das Verständnis von Dynamik und Komplexität der Wirkungszusammenhänge in Systemen. Durch Anwendung dieser Methoden zur Beschreibung von Unternehmen soll die scheinbar undurchdringliche Komplexität in einzelne funktionale Abhängigkeiten aufgelöst werden. Durch die Erklärung dieser einzelnen Wirkungszusammenhänge kann der Versuch einer ursächlichen Analyse von Unternehmensentwicklungen wie Wachstum, Stagnation und Verfall unternommen werden. In der Betriebswirtschaftslehre hat hier insbesondere die St. Gallener Managementforschung und im speziellen die Methodik des vernetzten Denkens zum besseren Verständnis von Unternehmen und deren Entwicklung nennenswerte Forschritte erzielt.[28]

Nutzbringende Aussagen zur Relevanz von Elementen und Beziehungen und ihren Auswirkungen auf das Unternehmen lassen sich jedoch nur mit Hilfe von quantifizierten Daten und Informationen gewinnen. Damit besteht neben der qualitativen Beschreibung auch die Herausforderung nach einer quantitativen Beschreibung der Unternehmung und ihres Verhaltens. In der Systemtheorie werden Erkenntnisse über Systeme und Systemverhalten mit Hilfe von Modellen und deren Simulation erzielt. Dazu soll die systemdynamische Modellierung (System Dynamics) als Methode zur Simulation von dynamischen Systemen Verwendung finden. Diese am Massachusetts Institute of Technology (MIT) seit 1958 entwik-

[27] Vgl. Albach, H. (1985, S.25).

[28] Ulrich, H. / Probst, G.J.B (1995), Gomez, P. (1983), Gomez, P. (1993).

kelte Technik ermöglicht die Modellierung komplexer Beziehungen zwischen Elementen unter Berücksichtigung verzögerter Rückkopplungen.[29] Dabei werden Informations-, Stoff- und Geldflüsse sowie die Entwicklungen von Bestandsgrößen wie Kapital in einem Modell verbunden. Durch leistungsfähige Computer und die Fortschritte bei der Entwicklung von Modellbildungs- und Simulationssoftware ist es heute möglich, sehr komplexe und extrem rechenaufwendige Modelle in kurzer Zeit zu konstruieren und zu simulieren, um auf diese Weise Erkenntnisse über Systeme und deren Verhalten über längere Zeiträume zu erhalten.

1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise

GUTENBERG stellte sich bereits 1928 als Ziel die Erarbeitung eines Unternehmensmodells vor, mit dem die Folgen von Datenänderungen, verkörpert durch den veränderten Zustand der Systemelemente, mit einem hohen Anspruch an Exaktheit untersucht werden sollen.[30] Gemessen an diesem frühzeitig formulierten Ziel würdigt GUTENBERG selbst sein Lebenswerk bemerkenswert als unvollständiges „Stückwerk".

Mit dem Ziel der Entwicklung eines systemdynamischen Unternehmensmodells soll ein neuerlicher Versuch unternommen werden, die Gesamtheit der im Unternehmen vorhandenen und relevanten Größen mathematisch in einem System zu erfassen und in ihrem Zusammenwirken zu untersuchen. Die Arbeit verfolgt als Hauptziel den Entwurf eines computergestützten systemdynamischen Modells für ein idealtypisches Industrieunternehmen des Maschinenbaus, welches alle Kernfunktionen, Kernzusammenhänge und die die Unternehmensentwicklung signifikant beeinflussenden Elemente abbildet und das Verhalten reproduziert. Dabei sollen wichtige Kennzahlen berechnet und deren Entwicklung im dynamischen Unternehmensumfeld in Abhängigkeit von externen Einflüssen und internen Entscheidungsregeln simuliert werden.

Ausgehend von den wenigen und überwiegend älteren Arbeiten zur systemdynamischen Simulation ganzer Unternehmungen sollen deren Schwachstellen und Grenzen herausgearbeitet und durch die Entwicklung eines neuen systemdynamischen Gesamtunternehmensmodells erweitert werden. Durch den Einsatz moderner Rechentechnik und der zeitgemäßen Software (Powersim) kann die Entwicklung und Simulation schneller und einfach nachvollziehbar erfolgen. Szenarioanalysen werden auf diese Weise in nahezu unbegrenzter Zahl möglich.

Anhand des entwickelten Unternehmensmodells sollen unterschiedliche Szenarien quantitativ analysiert werden, um auf diese Weise die vielfältigen Möglichkeiten zur instrumentellen Unterstützung der strategischen Planung und Frühwarn-

[29] Als Begründer von System Dynamics gilt Forrester, der erstmalig 1958 die Methode als „Durchbruch für Entscheider" beschrieb und seine grundlegende Arbeiten mit seinem 1961 erschienenen Buch „Industrial Dynamics" erstmals wissenschaftlich fundierte: Forrester, J.W. (1959, 1961).

[30] Vgl. Gutenberg, E. (1989, S.43).

systeme zu demonstrieren. Als Reaktion auf erkannte strategische Bedrohungen sollen alternative Entscheidungen des Managements in ihren langfristigen Auswirkungen auf das gesamte Unternehmen und dessen finanziellen Erfolg überprüft werden. Durch die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Vorteilhaftigkeit unterschiedlicher Strategien wird schließlich die Feststellung der Eignung systemdynamischer Unternehmensmodelle als Instrument zur Sicherstellung der langfristigen Existenzsicherung im strategischen Controlling angestrebt.

Das entwickelte Modell und dessen Einsatz zur Lösung strategischer Problemstellungen soll den aktuellen Diskussionsstand der wissenschaftlichen Literatur zur Betriebswirtschaftlehre und zu systemdynamischen Unternehmensmodellen aufnehmen und diesen voranbringen. Dazu erfolgt in Kapitel 2 eine grundlegende Auseinandersetzung mit dem strategischen Controlling und insbesondere mit der Problematik der Unternehmensdynamik in der langfristigen Unternehmensplanung. Im Abschnitt 2.1 werden nach der Begriffsklärung die Aufgaben und Probleme des strategischen Controlling beschrieben. Es wird dargelegt, inwieweit komplexe und von Dynamik geprägter Zusammenhänge eine langfristige und erfolgsorientierte Planung und Steuerung erschweren. Es werden Ursachen für Fehlentwicklungen gezeigt und in ihren Auswirkungen erläutert. Der Anspruch des Controlling auf eine zielgerichtete erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung wird einer kritischen Würdigung unterzogen und es erfolgen Hinweise auf wesentliche Defizite und Schwachstellen, welche es noch in Forschung und Praxis zu bewältigen gilt.

In Abschnitt 2.2 erfolgt eine Untersuchung des Standes der wissenschaftlichen Erfassung von Unternehmensdynamik. Der Begriff des (Unternehmens-) Systems wird es auf Basis der Grundlagen der System- und Regelungstheorie beschrieben. Dieser Ansatz erklärt die im Zeitverlauf erkennbaren unterschiedlichen Systemzustände und verdeutlicht die Notwendigkeit einer dynamischen Betrachtung des Gesamtsystems Unternehmen. Folglich wird Unternehmen neben Komplexität auch Dynamik als eine wesentliche Eigenschaft beigemessen und der Schwerpunkt auf die Untersuchung dynamischer Zusammenhänge gelegt. Schließlich wird der Ansatz von GUTENBERG, der das Unternehmen als System funktionaler Abhängigkeiten beschreibt, näher untersucht und als geeigneter Lösungsansatz ausgewählt. Anschließend erfolgt die Definition der Begriffe Modell und Simulation. Es wird ein allgemeiner Überblick über die in der Literatur diskutierten Ansätze zu Unternehmensmodellen gegeben und es erfolgt eine Einordnung der modellbasierten systemdynamischen Simulation.

Sie wird in Abschnitt 2.3 methodisch erklärt und in ihren Grenzen kritisch gewürdigt. Dazu erfolgt eine ausführliche Erläuterung der Technik der Wirkungsdiagramme, da sich speziell auf diese die später verwendete systemdynamische Modellierung gründet. Nach einer kurzen Übersicht zu möglichen Einsatzgebieten von System Dynamics liegt der Schwerpunkt auf der Analyse der vorliegenden betriebswirtschaftlichen Ansätze zu komplexen und dynamischen Sachverhalten. Im Abschnitt 2.4 werden Konzepte vorgestellt, mit deren Hilfe den beschriebenen Problemen begegnet werden soll. Dazu zählt an erster Stelle die Balanced Scorecard. Nach einer Würdigung bezüglich der Eignung wird als weiteres Konzept die

Methode des vernetzten Denkens untersucht. Es werden beispielhafte Wirkungsdiagramme von Unternehmen diskutiert und deren Grenzen aufgezeigt.

Schließlich erfolgt eine tiefergehende Untersuchung der vorliegenden systemdynamischen Unternehmensmodelle. Sie werden analysiert und hinsichtlich notwendiger Weiterentwicklungen kritisch gewürdigt. An dieser Stelle erfolgt die Einordnung des vorgestellten systemdynamischen Unternehmensmodells in Bezug auf den wissenschaftlichen Beitrag.

Im Kapitel 3 als Hauptteil der Arbeit wird ein idealtypisches Maschinenbauunternehmen modelliert. Die Erarbeitung der funktionalen Zusammenhänge und die Modellierung erfolgen schrittweise und orientieren sich an den einzelnen im Unternehmen vorhandenen Funktionsbereichen entlang der Wertschöpfungskette. Es werden alle relevanten und maßgeblichen Elemente eines produzierenden Unternehmens als eigene Sektoren in ihren funktionalen und dynamischen Abhängigkeiten beschrieben und mit Hilfe der Software Powersim modelliert. Dazu zählen insbesondere Kunden und die entsprechende Marktnachfrage, die Fertigung und Montage, der Absatz sowie der Bereich des Kundenservice. Um das Unternehmen als Ganzes realistisch im Modell abzubilden, werden weiterhin der Forschungs- und Entwicklungsbereich sowie die Zentralbereiche in der Verwaltung beschrieben und im Modell integriert.

Für das erarbeitete Unternehmensmodell werden in Kapitel 4 die Simulationsergebnisse für ein Basisszenario vorgestellt und aus betriebswirtschaftlicher Sicht analysiert. Die Modellgrößen erhalten dazu konkrete Werte, um realitätsnahe Resultate zu generieren.[31] Im Mittelpunkt der Analyse stehen für das Controlling relevante Daten und Kennzahlen. Durch Variation bestimmter Größen als Ausdruck von sich bedrohlich ändernden Umweltbedingungen und erneute Simulation des Gesamtmodells werden in Szenarien die langfristigen Auswirkungen auf Umsatz, Ergebnis und weitere Erfolgskennzahlen untersucht. Schließlich erfolgt die Simulation und Diskussion eines extremen Bedrohungsszenarios. An dieser Stelle zeigt sich das Potential systemdynamischer Modelle zur Früherkennung strategischer Risiken und Unternehmenskrisen.

Im Kapitel 5 rückt die Analyse strategischer Entscheidungsmöglichkeiten als Reaktion des Unternehmens auf diese kritische Entwicklung in den Mittelpunkt der Untersuchung. Es werden drei realistische und häufig in der Praxis erkennbare strategische Entscheidungsalternativen erforscht. Die Ergebnisse aller Simulationsläufe werden jeweils mit den Ergebnissen des extremen Bedrohungsszenarios verglichen und in Bezug auf ihre kurz- und langfristige Eignung diskutiert. Die Entwicklungen der finanziell interessanten Größen basieren immer auf dem gleichen bekannten und in seinen funktionalen Zusammenhängen vollständig erklärten Gesamtmodell und sind insofern nachvollzieh- und detailliert analysierbar. Letztlich werden in diesem Kapitel die Auswirkungen des Zusammenspiels von externen Einflüssen und unternehmensinternen Abwehrstrategien aufgedeckt und aufgrund des jetzt vorhandenen umfassenden Verständnisses der langfristigen Konsequenzen eine Vermeidung strategischer Fehlentscheidungen ermöglicht. An

[31] Die ausführliche Beschreibung erfolgt in Anhang 2.

dieser Stelle zeigt sich eindrucksvoll der maßgebliche Beitrag systemdynamischer Modelle zur Gewährleistung der Existenzsicherung von Unternehmen.

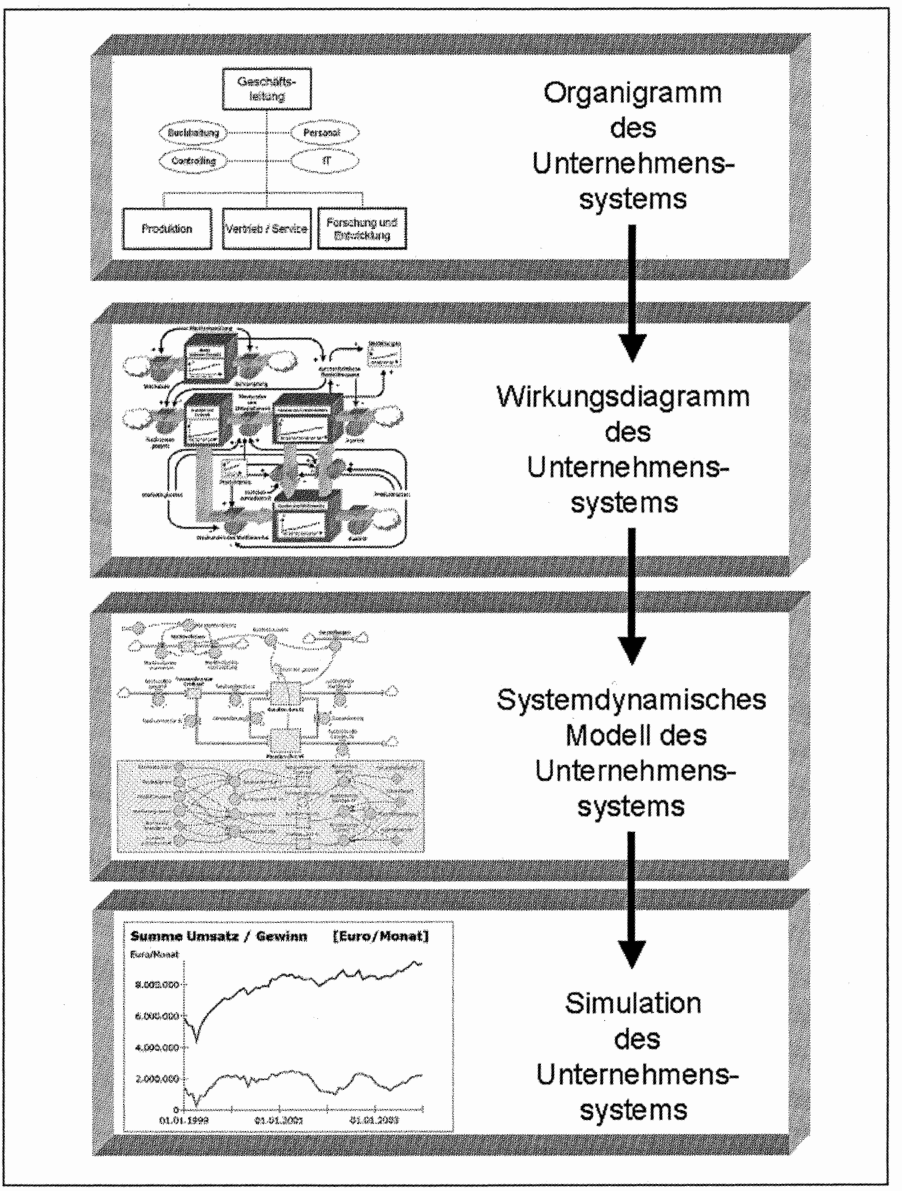


Abb. 1.4. Vorgehensweise beim Modellbau

In Kapitel 6 werden die Inhalte und Ergebnisse zusammengefaßt und Ansätze für weitere betriebswirtschaftliche Forschungsarbeiten aufgezeigt. Speziell die Verknüpfung von Untersuchungen zum Wertmanagement und systemdynamischen Modellen bietet ein großes Arbeitsfeld. Abschließend erfolgt ein kurzer Ausblick auf die Anwendung der System Dynamics Modellierungs- und Simulationssoftware Powersim innerhalb von SAP Strategic Enterprise Management (SAP-SEM). Die vorliegende Ausarbeitung soll auch für die unternehmerische Praxis einen Zugang in das künftige Einsatzgebiet systemdynamischer Modellierung bieten. Neben den beispielhaft in Kapitel 4 gezeigten Möglichkeiten zur Früherkennung von existenzbedrohlichen Entwicklungen kann ähnlich dem Vorgehen in Kapitel 5 aufbauend auf einer durch Simulation quantifizierten Planung mit mehrjährigem Planungshorizont eine umfangreiche strategische Szenarioanalyse erfolgen. Besondere Vorteile bieten sich hier durch die Verwendung realer Unternehmensdaten aufgrund der Anbindung an das SAP Business Information Warehouse (SAP BW).

2 Strategisches Controlling und Unternehmensdynamik

2.1 Aufgaben und Probleme im strategischen Controlling

2.1.1 Begriff des strategischen Controlling

Bereits seit mehr als 20 Jahren existieren Veröffentlichungen zum Gegenstand und zu den Inhalten des strategischen Controlling. Dennoch ist nach einer Durchsicht der Literatur festzustellen, daß es noch keine einheitliche Vorstellung zum strategischen Controlling gibt.[1] Da mit der hier vorgestellten systemdynamischen Unternehmensmodellierung ein Instrument zur Früherkennung, zur strategischen Planung und zur Überprüfung von Strategien bei unterschiedlichen Szenarien geliefert werden soll, erfordert dies zunächst eine Auseinandersetzung mit dem Begriff des strategischen Controlling und dessen Zusammenwirken mit den operativen Controllingaktivitäten.

Eng verbunden ist das strategische Controlling mit dem Begriff der Strategie. Auch hier existiert noch keine einheitliche Definition. Über einige wiederholt genannte Merkmale läßt sich jedoch ein Verständnis schaffen. Häufig werden Parallelen zu militärischen Denkweisen gezogen. Es gilt unter Wettbewerbsbedingungen gegenüber Konkurrenten möglichst erfolgreich zu agieren. Dabei müssen neben den Konkurrentenaktionen verschiedene und sich dynamisch ändernde Umweltbedingungen, welche das Wettbewerbsergebnis maßgeblich beeinflussen, berücksichtigt werden. Einheitlich wird der langfristige Charakter einer Strategie betont. Durch eine Reihe von zeitlich aufeinanderfolgenden und untereinander abgestimmten Aktionen wird schließlich der durch eine Strategie langfristig bestimmte Zielrahmen bzw. das angestrebte Zielgebiet abgegrenzt.

Dieser Ziel- oder auch Aktionsraum kann über mehrere Dimensionen konkretisiert werden: Geschäftsfelder, Märkte, Produkte, Markt- und Kundensegmente.[2] Letztlich geht es bei Strategien um den Aufbau von langfristigen Erfolgspotentialen. Diese Potentiale sind die Voraussetzung für den finanziellen Erfolg und die langfristige Überlebensfähigkeit des Unternehmens. Zur Strategiefindung und zur Abschätzung der Konsequenzen von Strategien für die Erfolgspotentialentwicklung bedarf es einer Kenntnis der Wirkungsrelationen und Kausalstrukturen von

[1] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.364).
[2] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.363).

F. Schöneborn, *Strategisches Controlling mit System Dynamics*
© Physica-Verlag Heidelberg 2004

Erfolgsfaktoren.[3] Eine Strategie entscheidet zum gegenwärtigen Zeitpunkt, welchen Weg das Unternehmen gehen soll, um einen zukünftig angestrebten Platz zu erreichen.[4]

Fortan soll Strategie als allgemeine Orientierung aufgefaßt werden, nach der die Anpassung des Unternehmenssystems an die Umwelt gesteuert wird, um die Überlebens- und Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und zu steigern.[5] Wird Strategie in diesem Zusammenhang als zeitlich unbegrenzter und allgemein gehaltener Planungsrahmen interpretiert, wird deutlich, daß erst das operative Controlling die vorgegebenen Strategien in Maßnahmen umsetzt. Das strategische Controlling muß im ersten Schritt mit der strategischen Planung einen Zielrahmen für das operative Controlling vorgeben.[6] An diesem Zielrahmen orientiert es sich dann mit den Soll-Ist-Vergleichen und den daraus resultierenden Korrekturmaßnahmen. Sollten die operativen Korrekturmaßnahmen nicht ausreichen, ist eine Anpassung des strategischen Zielrahmens durch das strategische Controlling gefordert. Spätestens an dieser Stelle wird deutlich, daß strategisches und operatives Controlling nicht entkoppelt werden kann.

Strategisches Controlling beinhaltet also die Veränderungen von Strategien als Konsequenz aus festgestellten Soll-Ist-Abweichungen und die Umsetzung der neuen Strategie in Vorgaben und Richtwerte für das operative Controlling, um die langfristige Existenzsicherung verbunden mit maximalem finanziellen Erfolg des Unternehmens sicherzustellen.[7] Es gilt, nicht nur mit der Gegenwart fertig zu werden, sondern – was für die langfristige Existenz entscheidend ist - auch die Zukunft zu beherrschen.[8]

Allen Entscheidungen und Vorgaben des strategischen Controlling ist gemeinsam, daß sie einen allgemeinen Charakter besitzen und längere Zeit gültig sind. Sie beeinflussen operative Entscheidungen. Strategische Entscheidungen betreffen im Kern[9]

- die langfristige Ausrichtung des Unternehmens,
- den Raum und das Ausmaß der Aktivitäten,
- die Anpassung der Aktivitäten an veränderte Umweltbedingungen und
- den Einsatz der wichtigen Ressourcen innerhalb des Unternehmens.

Das operative Controlling hingegen ist für den Prozeß der Zielbildung, Planung, Steuerung und Kontrolle der Aktivitäten des Unternehmens für einen einjährigen Zeithorizont zuständig und sorgt durch kurzfristige Maßnahmen für die

[3] Vgl. Welge, M.K. / Al-Laham, A. (1999, S.124), Zahn, E. (1991, S.51).
[4] Vgl. Zahn, E. (1981, S.145).
[5] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.364).
[6] Vgl. Zahn, E. (1981, S.147).
[7] Vgl. Schröder, E.F. (2000, S.233), Gälweiler, A. (1986, S.64), Schwarz, R. (2002, S.364).
[8] Vgl. Agthe, K. (1972, S.16).
[9] Vgl. Langfield-Smith, K. (1997, S.227).

Erreichung der Planergebnisse.[10] Sehr treffend vermittelt MANN die Verzahnung von operativem und strategischem Controlling über die zugeordneten Aufgaben:[11]

- das operative Controlling ist für die Gewinnsteuerung zuständig,
- dem strategische Controlling obliegt die nachhaltige Existenzsicherung.

Gewinnsteuerung und Existenzsicherung können nicht isoliert voneinander durchgeführt werden, denn es bestehen Zusammenhänge, die ein ständig abgestimmtes Verhalten bei der Erfüllung der beiden Aufgaben verlangen. Zunächst ist der Unternehmensgewinn eine Existenzbedingung, um allmählichen Kapitalverzehr zu verhindern und einen drohenden Konkurs zu vermeiden. Andererseits müssen langfristige Erfolgspotentiale aufgebaut werden, die aufgrund der entstehenden Kosten den Gewinn schmälern. Kurz und bündig gilt also:[12]

→ Existenzsicherung kostet Gewinn!

Eine bedingungslose Maximierung des kurzfristigen Unternehmensgewinns durch das operative Controlling ist daher in Bezug auf die Existenzsicherung in jedem Fall kritisch zu hinterfragen. Statt dessen sollte möglicherweise ein „zufriedenstellender" anstatt eines maximalen Gewinns angestrebt werden, um existenzsichernde und langfristig profitable Maßnahmen nicht zu unterbinden. Insbesondere die durch den Kapitalmarkt gegenwärtig besonders stark beachteten Berichte zu Quartalsergebnissen und deren signifikanter Einfluß auf den aktuellen Aktienkurs fördern jedoch das kurzfristige Denken und Handeln. An dieser Stelle wird die Schwierigkeit deutlich, eine richtige Balance bei der Erfüllung der beiden Aufgaben zu finden, um die in der Problemstellung erläuterten Risiken und drohenden Gefahren aufgrund von Fehlsteuerungen im Controlling zu vermeiden. Mit Blick auf die Praxis ist gegenwärtig festzustellen, daß die Vernetzung des strategischen und operativen Controlling und der jeweiligen Planungsaufgaben noch nicht hinreichend ausgebaut ist.[13]

2.1.2 Langfristige Planung als Aufgabe

GÄLWEILER beschrieb im Jahr 1986 die Fähigkeiten und Methoden, Vorhersehbares im Unternehmen erkennbar und hinreichend beherrschbar zu machen, als unzureichend.[14] Vieles, insbesondere eine wirtschaftliche Fehlentwicklung, wird für unvorhersehbar gehalten, was eigentlich vorhersehbar gewesen wäre, wenn die

[10] Vgl. Müller, H. / Grotheer, M. (2002, S.216).
[11] Vgl. Mann, R. (1989, S.37), ähnlich bei Schröder, E.F. (2000, S.233).
[12] Vgl. Mann, R. (1989, S.39).
[13] Vgl. Waniczek, M. (2001, S.336), Link, C. / Orban, C. (2002, S.15).
[14] Vgl. Gälweiler, A. (1986, S.42).

dahinterstehenden Faktoren, Ablaufmuster und Wechselbeziehungen erkannt worden wären. Das Controlling als Funktion zur Sicherung des langfristigen Unternehmenserfolgs und zur Vermeidung solcher Fehlentwicklungen muß alle die langfristige Gesamtunternehmensentwicklung beeinflussenden Zusammenhänge erkennen und bestimmte Entwicklungen vorhersehen. Chancen und Risiken sind zu identifizieren und zu analysieren, um geeignete und langfristig sinnvolle Handlungsalternativen aufzeigen und einleiten zu können.

Diese Aufgaben lassen sich jedoch nur bewältigen, wenn zur Unterstützung strategischer Entscheidungssituationen ein Konzept entwickelt wird, welches alle relevanten Umweltänderungen und daraus resultierende Wettbewerbsvor- und nachteile berücksichtigt und dazu ein Instrumentarium bereitstellt, mit dem das geistige Durchdringen zukünftigen Geschehens unterstützt wird. Dazu müssen Informationen und Ergebnisse verarbeitet und gespeichert werden können, die aus vergangenen Entscheidungen und Entwicklungen hervorgingen, um damit modellhafte Experimente für die Zukunft zu ermöglichen.[15] Dieses Instrumentarium sollte das Gesamtunternehmen und relevante Elemente seiner Umwelt abbilden, dynamische Zusammenhänge und Rückkopplungen darstellen und zukünftige Entwicklungen aufgrund gegenwärtig getroffener Entscheidungen simulieren können. Es gilt, bestimmte, im Unternehmen zu treffende strategische Entscheidungssituationen im Vorfeld zu durchdringen und die intuitiv erwarteten Ergebnisse und Konsequenzen in ihrer qualitativen und quantitativen Richtigkeit und Vollständigkeit zu überprüfen. Entsprechend kann in gleicher Weise auch eine Untersuchung bestimmter strategischer Szenarien erfolgen. Vorzugsweise sollten die Instrumente darauf aufbauend eine quantifizierbare Planung über einen längeren Zeitraum zulassen.[16]

Menschen planen nicht an der Realität, sondern an Modellen von der Realität. An diesen Modellen orientieren sich alle planerischen Überlegungen.[17] Entsprechendes gilt auch für die Unternehmensplanung. Auch hier existieren Modelle von mehr oder weniger relevanten Teilen der Realität unter Einbeziehung ihrer Noch-nicht-Dimension.

Schwierigkeiten ergeben sich bei der Unternehmensplanung dann, wenn Langzeitwirkungen und veränderte Umweltbedingungen auftreten. So wurden zunächst aufgrund ihrer Einfachheit statische Planungsprobleme im Unternehmen beherrschbar gemacht und gelöst.[18] Bei einer Ein-Jahresplanung lassen sich die Planungselemente sehr schnell formalisieren. Aufgrund der Sprache des Rechnungswesens ließen sich frühzeitig Planerfolgsrechnungen, Planbilanzen und Finanzpläne aufstellen. Da mit diesen Plänen jedoch nicht die Interdependenzen zwischen den einzelnen Größen erfaßt und berücksichtigt werden konnten, wurden sie recht schnell um weitere Sachpläne wie Personal-, Produktions-, Investitions- und Absatzpläne ergänzt. Diese gestatten eine Verknüpfung von zugrundeliegen-

[15] Vgl. Zahn, E. (1971, S.40-41).

[16] In guten Überblick zu den in Praxis eingesetzten strategischen Controllinginstrumenten liefern: Tschandl, M. / Baumann, R. (2002).

[17] Vgl. Szyperski, N. (1973, S.26), Zahn, E. (1981, S.169).

[18] Vgl. Gälweiler, A. (1986, S.26).

dem Mengengerüst und den monetären Auswirkungen. In jedem Fall beschränken sich diese Planungen auf einen kurzfristigen Zeithorizont. Modelle, die auf Basis des Rechnungswesens arbeiten, stellen keine geeignete Möglichkeit dar, längerfristige Planungen im Unternehmen durchzuführen.[19]

Heute sind Unternehmen im Gegensatz zu den sechziger Jahren gezwungen, mit einem längeren Zeithorizont zu planen. Ursächlich haben u.a. folgende Tendenzen dazu beigetragen:[20]

- verschärfte Konkurrenz aufgrund der Globalisierung der Wirtschaft
- zunehmende staatliche Eingriffe in die Wirtschaftsbeziehungen
- zunehmende Verflechtung der Umweltfaktoren
- erhöhte Dynamik der Kapital- und Rohstoffmärkte
- zunehmende Verknappung und Verteuerung von Rohstoffen
- wachsender Umfang von Projektaktivitäten
- steigender Anteil der Fixkosten durch zunehmende Koordinationsaufgaben
- sinkende Produktlebensdauer und kürzere Produktentwicklungszyklen
- zunehmende Unternehmensgrößen

Mit Blick auf diese Entwicklungen ist es Aufgabe der strategischen Unternehmensplanung, daraus resultierende Unsicherheiten über Einflußfaktoren und deren mögliche und wahrscheinliche Auswirkungen zu berücksichtigen und ihnen entgegenzuwirken. Die bei einer Planung vorgenommene geistige Vorwegnahme zukünftigen Geschehens muß dazu über den normalen kurzfristigen Aktionshorizont des Unternehmens hinaus ausgedehnt werden.[21]

Durch die jetzt durchzuführende Langfristplanung treten neue Schwierigkeiten auf. Zunächst muß die Problematik der Mehrperiodenplanung bewältigt werden. Dies bedingt die Verknüpfung der einzelnen aufeinander folgenden Planungsperioden miteinander. In der Vergangenheit reduzierte sich die Langfristplanung gewöhnlich auf eine Trendextrapolation auf 5 Jahre, um die damit gewonnenen Informationen zur Grundlage strategischer Entscheidungen zu machen. Dies war angesichts der in ihrem Verlauf kontinuierlich steigenden und deshalb leicht vorhersehbaren Umwelttrends hinreichend. Es gab keine Trendbrüche, so daß für die Unternehmen kaum gravierende Konsequenzen drohten.[22] In der Praxis wurden und werden daher häufig Planungsperioden aneinandergereiht und ineinander überführt, ohne die dynamischen Zusammenhänge zwischen diesen Perioden deutlich zu machen und entsprechend zu berücksichtigen.[23] Besondere Schwierigkeiten ergeben sich bei der Planung von immateriellen Investitionen.

Darunter fallen Aktivitäten und entsprechende periodenerfolgswirksame Ausgaben für Forschung, Entwicklung und Ausbildung, bei denen die langfristigen

[19] Vgl. Szyperski, N. (1973, S.32).

[20] Vgl. Geschka, H. / Hammer, R. (1997, S.464), Albach, H. (1978, S.702-703)

[21] Vgl. Zahn, E. (1973, S.599), Geschka, H. / Hammer, R. (1997, S.464-465).

[22] Vgl. Zahn, E. (1981, S.149), Hinterhuber, H. (1992, S.23), Geschka, H. / Hammer, R. (1997, S.466).

[23] Vgl. Szyperski, N. (1973, S.31), Steiner, G.A. (1971, S.420).

Auswirkungen nur unzureichend erfaßt werden können. Schließlich müssen auch die sich längerfristig ändernden Umweltbedingungen Berücksichtigung finden. Während bei einer Ein-Jahresplanung noch von deren Konstanz ausgegangen werden kann, ist diese Annahme bei längerfristigen Planungen in Frage zu stellen. Ein simple Bemerkung als Planungsprämisse, die Umweltbedingungen würden sich nicht wesentlich ändern, löst dieses Problem nicht. Vielmehr wird dieser Umstand geistig verdrängt, um den auftretenden Fragestellungen aus dem Weg zu gehen. Äußerst interessant ist bei Extrapolationen der Ein-Jahres-Planung das Phänomen des „Hockey-Schläger-Effekts". Je weiter das Basisplanjahr entfernt ist, desto höher wird die Ergebniserwartung.[24]

Unabhängig vom konkreten Planungsobjekt kann festgestellt werden, daß Planung immer Arbeit für eine, an einer oder mit Hilfe einer Modellvorstellung ist. Dabei muß es sich nicht zwingend um ein mathematischen Modell mit Möglichkeiten zur Simulation handeln. Mentale oder verbale Modelle geben ebenfalls reale Sachverhalte mit unterschiedlicher Genauigkeit wieder. Der Mensch hat bei seinen rationalen Wahlhandlungen immer ein mehr oder minder komprimiertes Abbild der Realität vor Augen.[25] Jede Planung ist zudem eine Art Simulation, nämlich ein geistiges Durchdenken und Durchspielen von verschiedenen Möglichkeiten oder Szenarien, um die beste Vorgehensweise zur Erreichung von angestrebten Zielen herauszufinden.

Der explizite Einsatz von mathematischen Modellen und die Nutzung von Computern ist lediglich als wertvolle Hilfe zu verstehen, da hier die geistigen Verarbeitungskapazitäten des Menschen erweitert werden.[26] Wird vom System Unternehmen ausgegangen, muß es als Aufgabe einer Unternehmensplanung angesehen werden, die wesentlichen im System vorhandenen Elemente und deren Wechselbeziehungen so transparent zu machen, daß eine möglichst gute Steuerung erlaubt wird. BERENDES führt dazu die Begriffe Systemwissen und Lenkungswissen ein.[27] Speziell das Systemwissen wurde bislang auf der Grundlage von Intuition und Erfahrung gewonnen.[28] Je besser das System mit seinen Elementen und zugrundeliegenden Beziehungen bekannt ist, desto einfacher und besser kann es beplant und durch gezielte Eingriffe gesteuert werden.[29]

2.1.3 Bewältigung von Komplexität und Dynamik als Problem

Die Aufgabe einer langfristigen Unternehmensplanung erfordert eine Auseinandersetzung des menschlichen Umgangs mit komplexen und dynamischen Tatbe-

[24] Vgl. Mann, R. (1989, S.32), außerdem zur Zulässigkeit von Extrapolation in der Absatzplanung: vgl. Gutenberg, E. (1984, S.17).
[25] Vgl. Zahn, E. (1973, S.605).
[26] Vgl. Gälweiler, A. (1973, S.83).
[27] Vgl. Berendes, K. (2002, S.38-39).
[28] Vgl. Zahn, E. (1991, S.51).
[29] Vgl. Gälweiler, A. (1986, S.88).

ständen.[30] Die Begriffe Komplexität und Dynamik sind in den letzten Jahren zu regelmäßig verwendeten Erklärungs- oder auch Rechtfertigungsmustern des Menschen geworden, da bei ihm häufig die Grenzen der Wahrnehmungs- und Steuerungsmöglichkeiten der ihn umgebenden Wirklichkeit überschritten werden.

Komplexe und von Dynamik gekennzeichnete Sachverhalte finden sich in einer großen Vielfalt in der menschlichen Umwelt. Deren Erkennung und Durchdringung ist nicht einfach, denn bestimmte Gegebenheiten erscheinen zunächst isoliert.[31] Die Ursache liegt in der mangelnden Kenntnis der Zusammenhänge zwischen den Einzelbeobachtungen. Bereits während der Ausbildung befaßt sich der Mensch nahezu ausschließlich mit Einzelmechanismen und Einzelstrukturen, kaum jedoch mit Systemen. Auch in der wissenschaftlichen Forschung werden zunehmend kleine Teile aus größeren Zusammenhängen herausgelöst, um einzelne lineare Kausalbeziehungen genau erfassen zu können. Die Ursache der auftretenden Schwierigkeiten liegt häufig im Denken in einfachen Wirkungsketten anstatt in komplexen Wirkungsnetzwerken. Fehler im Entscheidungsverhalten resultieren nach VESTER vor allem aus den folgenden Vorgehensweisen:[32]

- **Unvollständige Ursachenforschung**
  Die Hauptursache eines Problems liegt in dem am einfachsten und schnellsten zu identifizierenden Sachverhalt. Weitere und weniger offensichtliche Ursachen werden bei diesem monokausalen Denkansatz übersehen.
- **Unvollständige Erfassung der Gesamtsituation**
  Es erfolgt lediglich eine Betrachtung von Realitätsausschnitten. Für diese erfolgt eine große Datensammlung, die Erkennung und Erfassung übergreifender dynamischen Zusammenhänge erfolgt nicht.
- **Ungeeignete Schwerpunktbildung**
  Eine gefundene Problemursache wird intensiv untersucht, entsprechend weniger Ressourcen stehen für die Identifikation und Beseitigung anderer Problemursachen zur Verfügung.
- **Unzureichende Betrachtung von Nebenwirkungen**
  Die Suche und Umsetzung von Problemlösungen erfolgt sehr zielstrebig, so daß eventuelle Nebenwirkungen unzureichend beachtet und analysiert werden.
- **Tendenz zur Übersteuerung**
  Es wird zunächst mit steuernden Korrekturmaßnahmen zögerlich vorgegangen. Bei einer scheinbar mangelhaften Reaktion des Systems wird erneut und zu stark eingegriffen. Das System wird übersteuert, es werden weitere Maßnahmen mit entgegengesetzter Wirkung notwendig.
- **Tendenz zu autoritärem Verhalten**
  Der Eindruck, daß System verändern zu dürfen und der Glaube, es durchschaut zu haben, verursachen ein diktatorisches Verhalten bei Entscheidungsträgern. Dieses ist jedoch beim Vorliegen von komplexen Systemen gefährlich.

---

[30] Dies gilt insbesondere beim Auftreten von Zielkonflikten in der Planung: vgl. Dörner, D. (1992, S.98).

[31] Vgl. Dörner, D. (1980, S.87), Dörner, D. (1981, S.163).

[32] Vgl. Vester, F. (1991, S.25), Dörner, D. (1992, S.50).

Bei dem Versuch, das Gesamtsystem und sein Verhalten zu erkennen ist es nicht ausreichend, das System in Teilsysteme zu zerlegen und diese mit ihren Elementen zu analysieren.[33] Vielmehr ist es ebenso wichtig, das Netzwerk zwischen den Teilsystemen in seinen Wirkzusammenhängen zu betrachten. Diese Verbindungen können neben sichtbaren, d.h. materiell-stofflichen Verbindungen auch informeller oder monetärer Natur sein. Allein durch Kommunikation zwischen Teilsystemen können sich innerhalb der Teilsysteme Konsequenzen für deren Verhalten ergeben.[34]

Für ein System lassen sich aufgrund der vielen komplexen und von Dynamik gekennzeichneten Verflechtungen und Wirkungszusammenhänge kaum exakte Einzelzustände vorherbestimmen. Deren Kenntnis jedoch erlaubt eine einigermaßen genaue Vorhersage der künftigen Verhaltensweisen und Tendenzen aufgrund bestimmter eingreifender Maßnahmen. Für die Untersuchung von komplexen Systemen ist die Betrachtung der einzelnen Elemente weit weniger wichtig als das Muster ihrer Beziehungen zu anderen Systemelementen. Das gewonnene Abbild ist von geringerer Genauigkeit und insofern unschärfer, dennoch stellt es die Realität einigermaßen richtig für den Menschen dar.[35]

Viele mathematische Darstellungen, Prognosen und Trendanalysen zur Gewinnung von Aussagen über die künftige Entwicklung arbeiten auf Basis einfacher extrapolierender Hochrechnungen.[36] Dies mag mit einem entsprechend kurz gewählten Betrachtungszeitraum hinreichend sein, dennoch können mit diesen Verfahren real auftretende Phänomene von großen und komplexen Systemen nicht erfaßt oder gar vorhergesagt werden. Diese Phänomene können beispielsweise in Umkipp-Effekten bestehen, wie sie bei der Verschmutzung von Gewässern oder beim Erreichen von bestimmten Schwell- und Grenzwerten auftreten. Denkbar sind weitere Effekte aus der Erschöpfung von Rohstoffvorräten und der Zusammenbruch ganzer Populationen nach starkem Wachstum aufgrund einer zu hohen Bevölkerungsdichte. Diese Entwicklungen sind das Ergebnis komplexer Wechselwirkungen, die in der Realität auftreten und mit dem häufig anzutreffenden linearen und monokausalen Denkstrukturen des Menschen bei der Ursachenanalyse und im Entscheidungsprozeß nur schwer erfaß-, erkenn- und erklärbar sind.[37]

Treten aufgrund des linearen und monokausalen Denkens unerwartet Fehlentwicklungen ein, wird es um so wichtiger, beim Reagieren nicht erneut in linear-einfachen Strukturen zu denken. In diesem Fall führen weitere falsch getroffene Entscheidungen zu immer labiler werdenden Situationen, deren Zustand nur mit immer größeren Anstrengungen aufrechterhalten werden kann. Spätestens zu diesem Zeitpunkt liegt in der Fähigkeit und dem Bewußtsein des Entscheiders, auftretende Effekte auf eigenes früheres Handeln zurückzuführen und nicht einfach unvorhersehbare bzw. nicht beeinflußbare Fremdeinwirkungen dafür verantwortlich

[33] Vgl. Ackoff, R.L. (1971, S.661).
[34] Vgl. Vester, F. (1991, S.27).
[35] Vgl. Vester, F. (1991, S.34).
[36] Einen umfassenden Überblick zu Prognoseverfahren geben: vgl. Hildebrandt, L. / Kordina-Hildebrandt, I. (1979, S.251-260)
[37] Vgl. Vester, F. (1991, S.35).

zu machen, eine entscheidende Voraussetzung zur Wiedergewinnung der Stabilität und Kontrolle über das System.[38]

Innerhalb eines Unternehmens existieren eine Vielzahl von Größen, die bei Managemententscheidungen unterschiedlichsten Ausmaßes eine maßgebliche Rolle spielen. Diese entscheidungsrelevanten Einflußgrößen können einerseits gut und einfach meßbar sein. Dazu zählen sämtliche Kennzahlen aus dem finanziellen Bereich wie z.B. Umsatz, Kosten, Gewinn, Investitionen und kapital- oder umsatzorientierte Größen zur Renditemessung, aber auch Aussagen über Marktanteil, Marktvolumen, Marktpotential und Innovationszyklen. Außerdem finden weitere Größen Anwendung, die bestimmte Mengen ausdrücken. Dazu zählen beispielsweise der Personalstand, die Kundenzahl, quantitativ gemessene Lagerbestände und vom Unternehmen genutzte Flächen.

Eine weitere wichtige Bedeutung kommt qualitativen Aussagen zu. Sie lassen sich in der Regel nicht oder nur schwer mit Hilfe von Äquivalenzziffern messen. In dieser Kategorie wären häufig anzutreffende Begriffe wie Kundenzufriedenheit, Technologiefortschritt, Mitarbeiterzufriedenheit, Prozeßqualität usw. zu nennen.

Viele dieser Faktoren sind in einem komplizierten Beziehungsgefüge miteinander verknüpft, so daß Veränderungen eines Faktors zwangsläufig auch auf andere Faktoren wirken. Hier treten die auf der zirkulären Vernetzung beruhenden Phänomene der Wechselwirkung und Selbstregulierung auf. Eine große Zahl von Beziehungen bestehen zwingend, da neben Naturgesetzmäßigkeiten selbstgestaltete Definitionen und Konstruktionen maßgebend sind. Dies trifft beispielsweise auf monetäre Größen wie Umsatz, Kosten und Gewinn zu.

Letztlich wird das netzwerkartige Beziehungsgefüge im Unternehmen nicht erst künstlich geschaffen, es liegt einfach vor und es gilt, dieses zu erkennen, keine darin enthaltenen Abhängigkeiten zu übersehen und es bei Entscheidungs- und Handlungssituationen zu berücksichtigen.[39]

2.2 System und Unternehmung

2.2.1 Systembegriff, Steuerung und Regelung

Als System soll eine geordnete Gesamtheit von Elementen (Dingen, Objekten, Komponenten, Gliedern) mit Eigenschaften beschrieben werden, zwischen denen netzartige Beziehungen (Relationen, Bindungen, Kopplungen, Zusammenhänge) bestehen.[40] Beziehungen sind in diesem Sinne Verbindungen zwischen den Systemelementen, die das Verhalten der einzelnen Elemente untereinander sowie das

[38] Vgl. Dörner, D. (1992, S.106).
[39] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.245), Dörner, D. (1992, S.59).
[40] Vgl. Alewell, K. / Bleicher, K. / Hahn, D. (1972, S.217).

Verhalten des Systems als ganzes beeinflussen.[41] Die formale Abbildung dieser Beziehungen wird als Struktur des Systems bezeichnet.[42]

Bei der Betrachtung des Unternehmens als System wird eine Konkretisierung dieser abstrakten und sehr weitgefaßten Systemdefinition notwendig. Bei einer Verwendung des Elementbegriffs innerhalb eines Systems Unternehmen kann es sich beispielweise um folgende Arten handeln:[43]

- Mitarbeiter,
- Maschinen,
- Rohstoffe,
- Konten,
- Bestände und
- Geld.

Außerdem lassen sich Arten von Beziehungen im Unternehmen identifizieren, mit denen die einzelnen Elemente verknüpft bzw. funktional gebunden werden:[44]

- Weisungs- und Vertragsbeziehungen,
- Stoff-, Energie-, Wert- und Informationsflüsse sowie
- Transformationsbeziehungen.

Unternehmen sind äußerst komplexe, offene, zielorientierte produktive soziotechnische Systeme, die durch bestimmte Beziehungen mit ihrer ebenfalls komplexen Umwelt (Umsystem) verbunden sind.[45] Diese systemübergreifenden Verbindungen ermöglichen im Wege der Leistungserstellung zur Fremdbedarfsdekkung erst eine Erwirtschaftung von Gewinnen sowie die nachhaltige Existenzsicherung des Unternehmens. Im Kern kann dies auf die zugrundeliegende Beziehung zwischen Nachfrage und Angebot zurückgeführt werden.[46] Die folgende Abbildung zeigt eine elementare Wechselwirkung zwischen zwei selbständigen Wirtschaftseinheiten (Unternehmen), die jede für sich ein System darstellen.[47]

---

[41] Vgl. Hahn, D. (1996, S.6).
[42] Vgl. Zangemeister, C. (1972, S.200).
[43] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.64).
[44] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.65).
[45] Vgl. Hahn, D. (1996, S.8), Bleicher, K. (1972, S.235), Zangemeister, C. (1973, S.101), Krieg, W. (1985, S.268), umfassend bei Rühli, E. (1996, S.59).
[46] Albach betont, daß zur Funktion eines solchen Systems auch vom Staat vorgegebene Rahmenbedingungen notwendig sind: vgl. Albach, H. (1985, S.26).
[47] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.66).

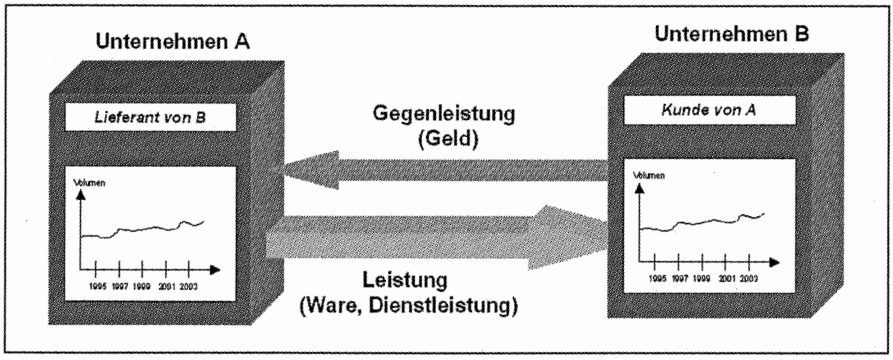


Abb. 2.1. Elementare Wechselbeziehung zwischen Unternehmen

Grundsätzlich muß die Ware oder Leistung zunächst durch das Unternehmen A erzeugt bzw. hergestellt werden. Es sind in diesem System vor dem eigentlichen Absatz des Produktes Aktivitäten zur Transformation der Produktionsfaktoren zu fertigen Produkten notwendig. Daher soll jetzt dieser Transformationsprozeß in den Mittelpunkt der Untersuchung rücken, um eine erste Vorstellung über innerhalb des Unternehmens vorhandene Zusammenhänge und Abhängigkeiten zu erhalten. Der Prozeß der Leistungserstellung erfolgt durch Vollzug von Aktionen an Objekten. Als Objekte sollen alle informellen, stofflichen oder monetären Güter verstanden werden. Bei den Aktionen handelt es sich um Aufnahme-, Verarbeitungs- und Abgabetätigkeiten mit eventuellen Speichervorgängen, die im Unternehmen durch Personen oder Betriebsmittel ausgeführt werden.[48]

Die zu vollziehenden Aktionen bedingen zur Erzeugung eines wunschgemäßen Outputs einen definierten vorgeschalteten Objektinput, bestehend aus Informationen, stofflichen oder monetären Gütern bzw. aus einer Kombination dieser. Somit verbinden stoffliche, monetäre und informelle Ströme das Unternehmen mit der Umwelt.[49] Die folgende Abbildung illustriert diese Sichtweise unter Verwendung der Systembegriffe.

[48] Vgl. Hahn, D. (1996, S.8), Alewell, K. / Bleicher, K. / Hahn, D. (1972, S.218), Kosiol, E. (1966, S.17).

[49] Vgl. Ulrich, H. (1984, S.37).

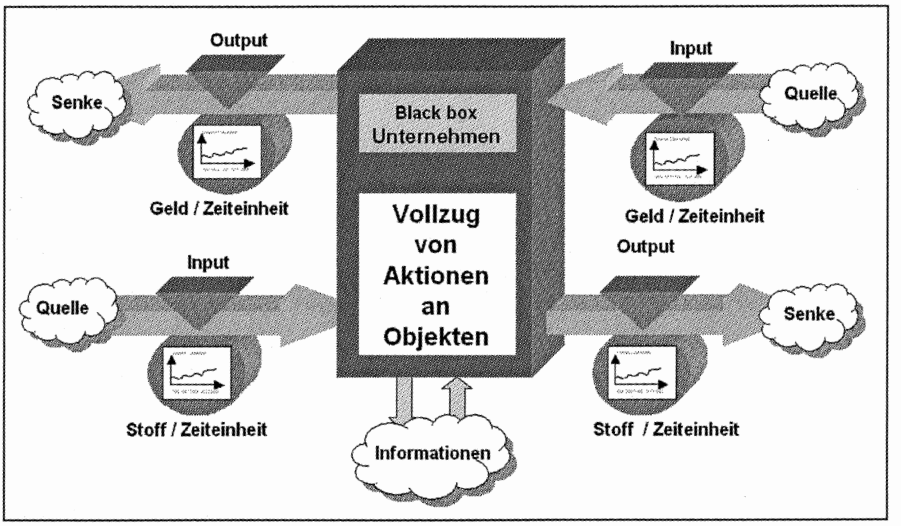


Abb. 2.2. Aktionszentrum Unternehmen

Das Erkennen des Vorliegens eines Systems initiiert beim Menschen häufig das Streben, das System beherrschbar zu machen und entsprechenden Nutzen für sich daraus zu ziehen. Eng verbunden mit diesem Vorhaben hat sich die Regelungstheorie wissenschaftlich etabliert. Die Regelungstheorie stellt sich als Ziel, Systeme zu einem bestimmten, in der Regel durch den Menschen erwünschten Verhalten zu bewegen. Im Kern sollen Outputgrößen des Systems einen bestimmten Wert oder eine bestimmte Reihenfolge von Werten im Zeitverlauf erreichen. Häufig wird in diesem Zusammenhang auch von Steuerung gesprochen.

Als Steuerung wird nach DIN 19226 ein Vorgang bezeichnet, bei dem eine oder mehrere Inputgrößen andere Größen (Outputgrößen) aufgrund der in dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen.[50] Vereinfacht soll hier mit Steuerung die gezielte Einflußnahme auf ein System verstanden werden, um dessen Outputgrößen auf einem bestimmten Wert zu halten oder auf einen bestimmten Wert zu bringen. Das Element, über welches zielgerichtet in das Systemverhalten eingegriffen wird, heißt Stellgröße.

Im Gegensatz zum Grundprinzip der Steuerung treten in der Realität häufig weitere Einflüsse auf, die das Ergebnis der Steuerung ebenfalls beeinflussen und nicht immer bekannt sind. Diese Einflüsse werden als Störgrößen bezeichnet. Somit wirken zwei Einflußgrößen auf die Outputgrößen des Systems und erschweren so die zielgerichtete Steuerung. Eine Störgröße erzeugt in erster Linie eine Abweichung vom gewünschten Verhalten, des weiteren sind ihre Werte unsicher und ihr Verhalten nicht oder kaum prognostizierbar. Prinzipiell gilt es zur Regelung zunächst die Abweichung zwischen dem gewünschten und dem tatsächlichen Wert

[50] Vgl. Deutscher Normenausschuß, DIN 19226 (1968; 62-5: 011.4), Zahn, E. (1979, S.181).

der Outputgröße zu ermitteln. Daraufhin ist die Stellgröße so zu verändern, daß trotz der weiterhin vorhandenen Störgrößeneinwirkung die Outputgröße an den gewünschten Wert herangeführt wird. Zwischen der Veränderung der Stellgröße und der daraus resultierenden Änderung der Outputgröße entsteht oft eine zeitliche Verzögerung, die es bei der Wahl der Meßzeitpunkte zu beachten gilt, um eine Übersteuerung des Systems zu vermeiden. Das beschriebene Zusammenwirken der Größen wird im bekannten Regelkreismodell dargestellt.[51] Es gilt als Grundmodell von Regelungssystemen und hat hohe Allgemeingültigkeit.[52]

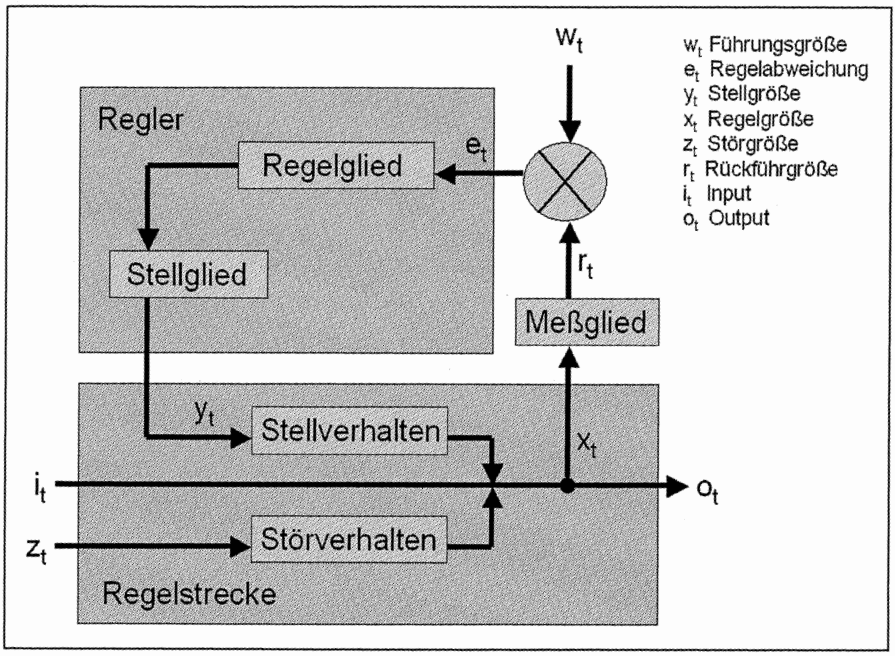


Abb. 2.3. Grundschema des Regelkreises

Unter dem Verhalten eines Systems wird die Veränderung von Outputgrößen infolge von Veränderungen von Inputgrößen unter Berücksichtigung der Zeit verstanden.[53] Letztlich konkretisiert sich das Verhalten des Gesamtsystems über das zeitliche Verhalten eines jeden Systemelements. Für Untersuchungen und zur Prognose eines künftigen Verhaltens ist es daher von entscheidender Bedeutung, wie relevante Outputgrößen als Elemente des Systems auf Veränderungen der entsprechenden Inputgrößen reagieren.[54] Von besonderem Interesse ist an dieser Stelle

[51] Weithin bekannt für Regelung ist das anschauliche Beispiel eines Thermostats, der die Temperatur in einem Raum auf dem gewünschten Niveau hält.

[52] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.80).

[53] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.81).

[54] Vgl. Albach, H. (1985, S.31).

die Erkennung und Beschreibung des zeitlichen Entwicklungsverhaltens. Dieses ist zum einen durch die beschriebenen Inputgrößenänderungen, aber auch durch die innere Struktur des Systems bestimmt.

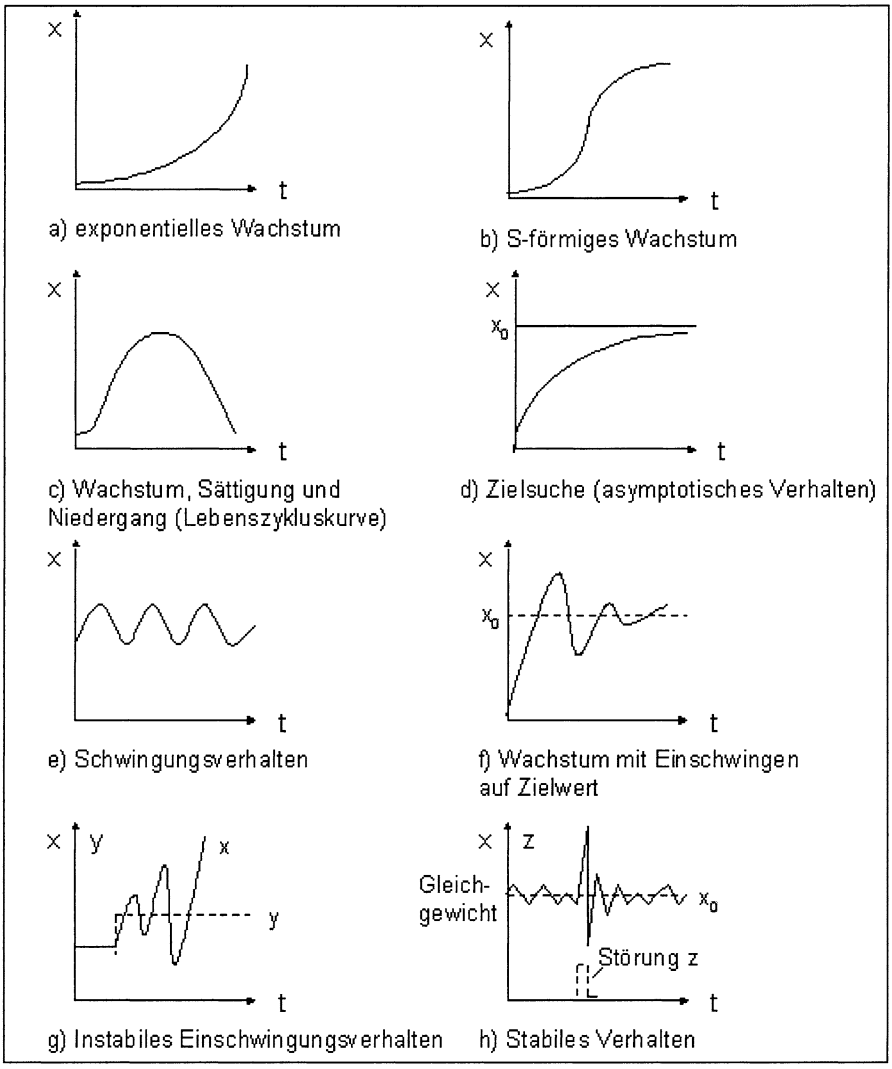


Abb. 2.4. Arten zeitlicher Entwicklungsverhalten eines System(element)s

Beschreibungen dieses funktionalen Zusammenhangs erfolgen häufig durch eine grafischen Darstellung. Aus der Entwicklung des Graphen über die Zeitachse lassen sich bereits qualitative Aussagen zum Verhalten der betrachteten Größe bzw. des jeweiligen Systemelements treffen. Naheliegend sind Aussagen, die Be-

griffe wie Wachstum, Stagnation und Rückgang verwenden. Über die Arten des zeitlichen Entwicklungsverhaltens lassen sich Systeme und ihre Elemente ebenfalls charakterisieren (vgl. Abb. 2.4.).[55]

Anhand der Arten zeitlicher Entwicklungsverhalten können nun Beschreibungen zu einzelnen Elementen eines Unternehmenssystems erfolgen. Beispielsweise werden häufig Umsatz- und Ergebnisentwicklungen in dieser Form abgebildet und beurteilt. Gleiches gilt für die Entwicklung von Beschäftigtenzahlen und die Höhe von Beständen in Unternehmen.

In den Wirtschaftswissenschaften gilt häufig diese einfache Abtragung von veränderten Zahlenwerten einer Größe bereits als Dynamik. Dynamik untersucht jedoch die Determinanten dieser Veränderungen. Für die Betriebswirtschaftslehre liegt daher der Schwerpunkt der Untersuchung von Dynamik auf der Klärung, wie sich ein ökonomisches System aus einem früheren in den gegenwärtigen Zustand entwickelt hat und welche künftigen Zustände es einnehmen kann. Grundlage dafür sind Änderungen von Größen in der Gegenwart durch eigene Entscheidungen und Aktionen bzw. durch Entscheidungen und Aktionen der Umwelt und insbesondere des Wettbewerbs.[56]

In der Literatur finden sich in diesem Kontext Sichtweisen, die das Unternehmen als soziales Aktionsgebilde mit technischen und ökonomischen Beziehungen und Tatbeständen beschreiben.[57] GUTENBERG interpretierte bereits frühzeitig die Unternehmung als System funktioneller Zusammenhänge in Sinne eines Reaktionsgefüges.[58] Hier wird die Unternehmung als mengenmäßiges Beziehungssystem bzw. ein Komplex an Quantitäten von Sachgütern und Dienstleistungen beschrieben, die in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis stehen und zueinander funktional gebunden sind.[59] Dieses System von Abhängigkeiten reagiert durch Änderungen in seinen sachlichen und personalen Beständen auf die Variation von Daten. Sie können beschaffungswirtschaftlicher, absatzwirtschaftlicher, technischer oder finanzieller Art sein. Aufgrund veränderter Daten ergeben sich als Reaktion Änderungen in den Mengen an Sachgütern, Arbeits- und Dienstleistungen, die zur Erstellung von neuen Sachgütern oder der Bereitstellung von Dienstleistungen benötigt werden.[60]

Zu jedem Zeitpunkt der Betrachtung gibt es genau einen Wert für die im Unternehmen befindlichen stofflichen und monetären Güter sowie ein Stand an im Unternehmenssystem befindlichen Informationen und Daten, da mit jedem Zeitintervall ein Zu- und Abfluß stattfindet.[61] Die im Unternehmen befindlichen

[55] Schwarz, R. (2002, S.82), ähnlich auch bei Sterman, J.D. (2000, S.108).
[56] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.146-147).
[57] Vgl. Kosiol, E. (1966, S.22).
[58] Vgl. Gutenberg, E. (1989, S.29 und S.33).
[59] Vgl. Gutenberg, E. (1929, S.44).
[60] Vgl. Gutenberg E. (1989, S.42).
[61] Gutenberg unterteilt diese Werte funktionell in beschaffungswirtschaftlich, absatzwirtschaftlich, technisch und finanziell: vgl. Gutenberg, E. (1989, S.42).

Informationen lenken dabei die stofflichen und monetären Ströme mittel- oder unmittelbar.[62]

Die Gesamtheit aller Objektwerte kennzeichnet den zeitpunktorientierten Zustand des Systems. GUTENBERG spricht in diesem Zusammenhang auch von Datenkonstellationen zur Beschreibung des Zustands des Unternehmenssystems.[63] Die Entwicklung der Gesamtheit aller Objektänderungen determiniert den neuen Zustand des Unternehmenssystems. Aufgrund der verschiedenen sich im Zeitverlauf einstellenden Systemzustände kann das Verhalten des Systems nachgezeichnet werden. Dies ist letztlich Ausdruck des dynamischen Charakters des Systems.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Interpretation der Unternehmung als System nicht neu und bereits seit längerem wissenschaftlich fundiert ist. Begriffe wie Komplexität und Dynamik tragen wesentlich zur Charakterisierung bei. Die Interpretation des Unternehmens als System erlaubt über die Existenz von Elementen und Beziehungen zum zielorientierten Vollzug von Aktionen die Annahme, daß bei Kenntnis der Struktur und der maßgeblichen, den Leistungserstellungsprozeß verkörpernden funktionalen Abhängigkeiten zwischen den Elementen die Entwicklung bzw. das Verhalten des Systems als Ganzes vorhersehbar und mit einer gewissen Genauigkeit vorausberechenbar sein sollte.[64] Dies gilt trotz der fundamentalen Ungewißheit, die im Unternehmen grundsätzlich vorherrscht.

2.2.2 Überblick zu Unternehmensmodellen

Eine wesentliche Hilfe bei der Gewinnung von Informationen zur Gestaltung betrieblicher Systeme ist die modellhafte Erfassung und Abbildung des Systems und die Simulation der in einem Modell erfaßten Aussagen.[65]

Um ein Modell von einem realen Sachverhalt zu erhalten, ist eine grobe Strukturierung des zu untersuchenden Systems vorzunehmen. Dies erfolgt durch Verdichtung der vorliegenden Informationen und Kenntnisse zur Realität bzw. zum Original in Form von Aussagen. Die Verbindung von Aussagen durch logische Beziehungen ergibt Theorien. Insofern stellen Theorien die Grundlage für Modelle dar, mit denen Berechnungen, Analysen und Experimente durchgeführt werden können. Mit Hilfe von Experimenten am Modell kann schließlich eine Theorie zu einem real vorkommenden Sachverhalt falsifiziert werden.[66]

---

[62] Vgl. Hahn, D. (1996, S.9), Riester, W.F. (1972, S.106).
[63] Vgl. Gutenberg, E. (1989, S.36).
[64] Vgl. Gutenberg, E. (1989, S.36).
[65] Vgl. Grochla, E. (1974, S.15).
[66] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.88-89).

Ein Modell soll als

„ein System von widerspruchsfreien Aussagen zu bestimmten Elementen und deren Beziehungen zueinander aufgefaßt werden, die in ihrem logisch verknüpften Zusammenwirken ein vereinfachtes Abbild der Elemente und Beziehungen der Wirklichkeit bzw. des untersuchten Originals ergeben."[67]

Für den Einsatz von Modellen und deren Simulation sprechen mehrere Gründe. Zunächst ist er immer dann sinnvoll, wenn keine realen Experimente möglich sind. Dies ist beispielsweise bei möglichen zukünftigen Umwelteinflüssen der Fall. Des weiteren könnten Experimente zwar möglich sein, deren Umsetzung wäre jedoch zu teuer oder zu riskant. Denkbar wäre hier ein Modell zur Preisgestaltung. Der gewichtigste Grund für den Einsatz von Modellen besteht jedoch im Vorliegen einer hohen Komplexität. In diesem Fall kann das System in seiner Gesamtheit weder gedanklich noch strukturell erfaßt werden. Im Unternehmenssystem ist dies der Fall.[68] Lediglich durch eine Konzentration der Aussagen auf Wesentliches und Abstrahierungen läßt sich ein Überblick schaffen. Daher sind Modelle von vorn herein unvollständig, erlauben aber dennoch die Erhöhung des Wissens über das Verhalten des realen Systems. Sichere Aussagen über künftige Entwicklungen dürften jedoch nur selten mit Modellen erzielt werden.

Mit Unternehmensmodellen werden verschiedene Zwecke verfolgt. Als Hauptgrund ist die Ermittlung und Beschreibung möglicher Entwicklungen des Unternehmens im Rahmen von Planungsüberlegungen hervorzuheben.[69] Die häufig mit Computern durchgeführten Modellexperimente sollen außerdem die Auswirkungen bestimmter Entscheidungen des Managements quantifizieren helfen.[70] Der Begriff der Unternehmensmodelle oder Corporate Models wurde in der Betriebswirtschaft bereits ab 1969 geprägt.

GERSHEFSKI, NAYLOR, und ROSENKRANZ versuchten mit computerbasierten mathematischen Modellen die Beziehungen von Finanzwesen, Produktion und Marketing abzubilden.[71] Der Schwerpunkt lag auf der Unterstützung der Unternehmensplanung.[72] NAYLOR und GATTIS beschrieben 1976 Corporate Models als „... an attempt to describe the complex interrelationships among a corporation's financial, marketing, and production activities in terms of a set of mathematical and logical relationships which have been programmed into a computer".[73]

---

[67] Ähnlich definiert Baetge kybernetische Modelle: Baetge, J. (1974, S.14).

[68] Vgl. Zahn, E. (1971, S.607).

[69] Vgl. Hartmann, R. / Hässig, K. / Reiser, P. et al. (1980, S.7).

[70] Vgl. Mertens, P. (1972, S.293), Hartmann, R. / Hässig, K. / Reiser, P. (1978, S.358), Rosenkranz, F. (1995, S.23).

[71] Gershefski, G.W. (1969), Gershefski, G.W. / Harvey, A. (1970), Naylor, T.H. (1971), Naylor, T.H. / Mansfield, M.J. (1977), Rosenkranz, F. (1979).

[72] Vgl. Rosenkranz, F. (1979, S.13), Schober, F. (1977, S.248), Schober, F. (1979, S.117).

[73] Vgl. Naylor, H. / Gattis, D.R. (1976, S.69).

Die Beschreibung des Unternehmens erfolgte in Form von Gleichungen, Restriktionen und logischen Bedingungen.[74] Die entwickelten Gleichungssysteme wurden schließlich durch eine statische Fortschreibung von Zuständen über die Zeit gelöst. Obwohl zum damaligen Zeitpunkt eine größere Zahl amerikanischer Unternehmen Modelle bei der Planung einsetzte[75], wurden seitdem kaum nachweisbare Fortschritte in der modellgestützten Planung erzielt.[76] Besonders die damaligen Versuche zur Abbildung eines Gesamtunternehmens in einem einzigen Gleichungssystem werden in der aktuellen Literatur gelegentlich auch als „erheiternd" beschrieben.[77]

Quantitative Unternehmensmodelle sind eng verbunden mit dem Begriff der Modellgrößen. Dabei handelt es sich im System vorhandene Größen, die über ihre Definitionen die ihnen zugeordneten Aussagen enthalten. Folgende Unterscheidung ist möglich:[78]

- exogene Modellgrößen
- endogene Modellgrößen
- instrumentelle Modellgrößen
- Hilfsgrößen
- Parametergrößen

Als exogen werden Modellgrößen bezeichnet, die durch das Unternehmen im Betrachtungszeitraum nicht beeinflußt werden können. Dabei kann es sich beispielsweise um Umweltbedingungen oder steuerrechtliche Zwänge handeln. Endogene Größen geben lediglich die Resultate von Berechnungen auf Basis exogener und instrumenteller Größen wieder. In endogenen Größen selbst werden keine Aussagen formuliert. Als instrumentell werden Größen bezeichnet, deren endgültige Festsetzung auf Basis des angestrebten Idealzustands durch die Modellierung erst ermittelt werden soll. Insofern werden in diesen Größen die zur Disposition oder zur Entscheidung anstehenden Alternativen abgebildet. Als Beispiel kann hier der Planlagerbestand oder die Zahl der vorzunehmenden Personaleinstellungen genannt werden. Zusätzlich finden Hilfsgrößen in Modellen Verwendung. Dabei kann es sich um Zählgrößen, Größen zur Ermittlung von Zwischenresultaten und ähnliche Hilfsmittel handeln. Als Parametergrößen werden schließlich Konstanten oder Koeffizienten im Modell bezeichnet, die während eines Berechnungsvorgangs unverändert bleiben.

Grundsätzlich können ökonometrische und systemdynamische Unternehmensmodelle unterschieden werden.

---

[74] Vgl. Rosenkranz, F. (1995, S.23).

[75] Mehrere Veröffentlichungen zu Corporate Models zeigen den damals wachsenden Bekanntheitsgrad: Naylor, T.H. / Schauland, H. (1976), Hayes, R.H. / Nolan, R.L. (1974), Hammond, J.S. (1974), Schober, F. (1979).

[76] Vgl. Mertens, P. / Giese J. (1993, S.8 und S.200).

[77] Homburg, C. (1998, S.VIII).

[78] Vgl. Hartmann, R. (1980, S.51).

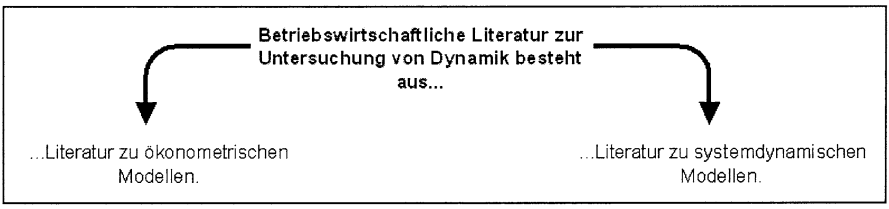


Abb. 2.5. Kategorien betriebswirtschaftlicher Literatur zur Unternehmensmodellen

Neben Unternehmensmodellen existieren weitere Verfahren, mit deren Hilfe quantifizierte Kenntnisse zu künftigen Entwicklungen von Größen vorhergesagt werden sollen. Dazu zählen beispielsweise Zeitreihenanalysen, Regressionsrechnungen, Methoden des Operations Research oder der Ökonometrie.[79] Zur Bestimmung der künftigen Entwicklung der Werte einer Größe berücksichtigen die bekannten mathematisch-statistischen Verfahren die Zeit als Parameter.[80] Wird die Annahme getroffen, daß alle Einflüsse auf diese Größe weiterhin und unverändert wirken, können die Werte extrapoliert werden. Die Verwendung dieser Methoden ist nur sinnvoll, wenn sie mit Expertenurteilen einhergehen. Losgelöst von dem gewählten Verfahren handelt es sich in jedem Fall um eine Art der Fortschreibung von Werten auf Basis der Vergangenheitsentwicklung.[81]

Diese Ansätze werden bei ökonometrischen Unternehmensmodellen erweitert, indem die Wechselbeziehungen mehrerer Größen für Voraussagen berücksichtigt werden. Der zeitliche Verlauf vieler Modellgrößen ergibt sich dann aus einem Gleichungssystem. Dennoch müssen im Unterschied zum später vertieften systemdynamischen Ansatz für zumindest eine Größe über den gesamten Vorhersagezeitraum Werte vorgegeben werden.[82] ALBACH hat seit 1971 Untersuchungen zur Unternehmensentwicklung vorgenommen, die produktionstheoretisch mit Hilfe von Produktionsfunktionen arbeiten und dazu ein hohes Maß an mathematischen Methoden aufweisen.[83] Der Schwerpunkt liegt in der Erforschung der vorgefundenen Korrelationen von Umsatz-, Investitions- und Beschäftigtenwachstum, um primär wachstums-, stagnations- und schrumpfungsbezogene Fragestellungen zu beantworten.[84] Dazu erfolgt die Aufstellung einer Theorie der Firmenentwicklung, die auf einigen Hypothesen aufbaut. Diese Hypothesen wiederum werden schließlich mit Hilfe eines ökonometrischen Unternehmensmodells unter Verwendung empirischer Daten überprüft.[85] Basis ist die bekannte „Bonner Datenbank“,

[79] Für einen ausführlichen Überblick: vgl. Rosenkranz, F. (1995, S.73-108).
[80] Vgl. Schwarz, R. / Ewaldt, J.W. (2002, S.161).
[81] Vgl. Schwarz, R. / Ewaldt, J.W. (2002, S.162).
[82] Vgl. Schwarz, R. / Ewaldt, J.W. (2002, S.163).
[83] Albach, H. (1971), Albach, H. (1980), Albach, H. (1986), Albach, H. (1991).
[84] Vgl. Albach, H. (1986, S.9).
[85] Die vollständige Erklärung des „Bonner Modells der Firmenentwicklung“ zeigt: Burg, K.-H. (1987).

in der außerordentlich umfangreiche Daten zu Unternehmensentwicklungen zwischen 1964 und 1984 gespeichert und analysiert werden.[86]

Im Gegensatz zu ökonometrischen Unternehmensmodellen basieren systemdynamische Unternehmensmodelle als zweite Forschungsrichtung auf dem System Dynamics Ansatz. Diese Methode wird im folgenden Abschnitt eingehend erläutert.

2.3 Grundlagen von System Dynamics

2.3.1 Ursprung und Grundlagen von System Dynamics

FORRESTER entwickelte Ende der fünfziger Jahre am Massachusetts Institute of Technology (MIT) den systemorientierten und computergestützten Problemlösungsansatz „Industrial Dynamics" zur Untersuchung des Verhaltens dynamischer Systeme in der Industrie.[87] Im Mittelpunkt stand für FORRESTER die Frage, inwieweit komplexe und dynamische Systeme modellhaft abgebildet und simuliert werden können, deren Entwicklung offensichtlich nicht linear erfolgt und für die extrapolierende Voraussagen ungeeignet sind. Da dieser Ansatz aufgrund seiner Allgemeingültigkeit sehr schnell auch in anderen Forschungsgebieten angewandt und vor allem für Untersuchungen zu globalen Entwicklungen verwendet wurde, setzte sich wenig später der Begriff „System Dynamics" gegenüber „Industrial Dynamics" durch.

Beim systemdynamischen Ansatz gilt der Schwerpunkt der Untersuchung nicht der Betrachtung einer einzelnen isolierten Größe und deren Entwicklung. Vielmehr werden Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Faktoren und Größen in ihrer zeitlichen Konsequenz untersucht. Im Unterschied zum ökonometrischen Ansatz werden Größen nicht über den gesamten Vorhersagezeitraum vorgegeben. Statt dessen wird für alle Größen ein Startwert festgesetzt, der den Anfangszustand des Systems definiert.[88]

Der besondere Vorteil einer Systemmodellierung mit dem System Dynamics Ansatz besteht in der Möglichkeit der kausalen Verknüpfung verschiedener Größen des zu untersuchenden Systems. Auf diese Weise können dynamische und auch zeitverzögerte Wechselwirkungen zwischen Größen abgebildet und bei der Vorhersage der zukünftigen Entwicklung des Systems berücksichtigt werden. Grundsätzlich basiert auf der systemdynamische Ansatz auf drei Schritten.

[86] Vgl. Albach, H. / Burg, K.-H. (1986, S.149).
[87] Forrester, J.W. (1959), Forrester, J.W. (1961).
[88] Vgl. Schwarz, R. / Ewaldt, J.W. (2002, S.163).

Zunächst werden

1. Wirkungsdiagramme entworfen, die dann
2. in Flußdiagramme (stock-and-flow-diagrams) übertragen und schließlich als
3. als mathematisches Gleichungssystem formuliert werden.[89]

Im folgenden wird die Technik der Wirkungsdiagramme anhand eines Beispiels der wechselseitigen Beeinflussung von unternehmerischen Teilzielen erklärt. Sie stellt einen wesentlichen theoretischen Grundpfeiler für die systemdynamische Modellierung eines idealtypischen Modellunternehmens in Kapitel 3 dar.[90]

Die folgende Abbildung illustriert für die Zielgrößen „Gewinn" und „Umsatz" die Frage nach den Einflußfaktoren und zeigt parallel, aus welchen Blickwinkeln eine Verbesserung bzw. Steigerung diese Größe in den Mittelpunkt der Betrachtung rücken kann.[91]

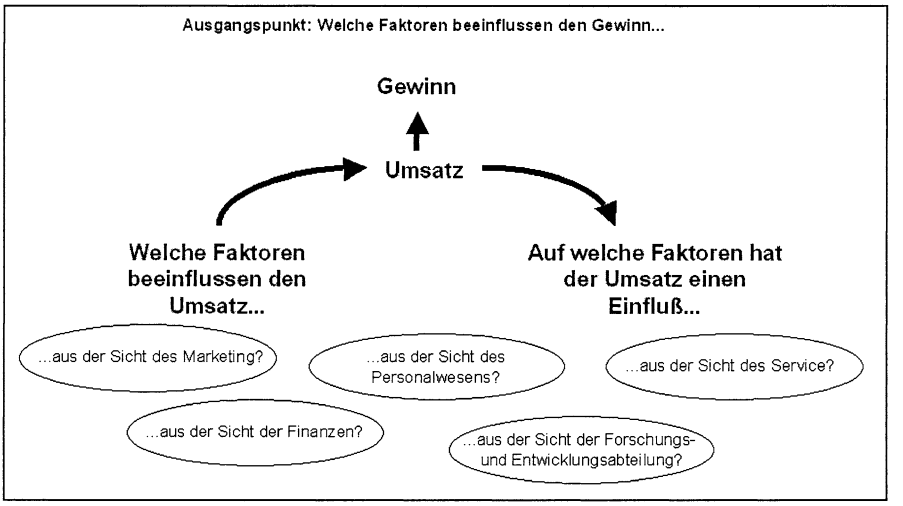


Abb. 2.6. Erfassung der Einflußgrößen auf Umsatz und Gewinn

Aus Sicht des Marketing kann der Umsatz über verstärkte Werbemaßnahmen gesteigert werden, wohingegen das Personalwesen eine Umsatzsteigerung durch eine Erhöhung der Mitarbeiterzufriedenheit für möglich hält. Die Forschungs- und Entwicklungsabteilung sieht eine Option in der Erweiterung der Produktfunktionalitäten. Der Finanzbereich hält eine eventuelle Preiserhöhung zur Zielerreichung

[89] Vgl. Schwarz, R. / Ewaldt, J.W. (2002, S.164).

[90] Wirkungsdiagramme sind seit 1974 nachweisbar: Goodman, M.R. (1974), später Richardson, G.P. (1981), Roberts, E.B. (1984).

[91] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.125).

für möglich und leitet parallel die Steigerung des betrieblichen Ertrags als erwünschte Folge dieser Maßnahmen ab.

Erfolgt in gleicher Weise die Untersuchung der Größe Gewinn, wird schnell deutlich, daß wechselseitige Einflüsse mit entgegengesetzter Wirkung vorhanden sind. Eine Erhöhung der Werbeausgaben führt zu Gewinnrückgängen, gleiches gilt für höhere Personalkosten und erhöhte Aufwendungen im Bereich der Forschung und Entwicklung. Wird zudem noch eine weitere Größe wie die Kundenzufriedenheit als relevanter Einflußfaktor mit in die Betrachtung einbezogen, gelangt schnell die Produkt- und Servicequalität in den Betrachtungsmittelpunkt. Jedoch gilt es auch hier zu berücksichtigen, daß erhöhte Aufwendungen zur Verbesserung der Qualität zu Lasten des betrieblichen Gewinns gehen werden.

Bereits bei einer kleineren Auswahl von Zielgrößen wie die hier angesprochenen Größen Umsatz, Gewinn und Kundenzufriedenheit wird schnell deutlich, daß sich diese nicht isoliert steuern lassen, ohne daß die Entwicklung anderer Zielgrößen davon betroffen ist. Es bedarf also einer Technik, um zunächst alle Wirkungszusammenhänge zu erfassen und in Ihrer Abhängigkeit darzustellen. Eine einfache Aufzählung aller relevanten Größen und eine verbale Beschreibung der direkten Abhängigkeiten und Einflüsse ist für ein Verständnis der Gesamtzusammenhänge unzureichend.

Mit Hilfe von Wirkungsdiagrammen aus der systemdynamischen Forschung soll dies erreicht werden. Mit ihnen werden alle relevanten Größen über Pfeile miteinander verknüpft. Die Wirkungsrichtung wird hierbei mit Hilfe von „+“ oder „-“ Polaritäten beschrieben. Die entstandenen Wirkungsnetzwerke werden auch als Causal-loop diagrams oder Ursache-Wirkungs-Diagramme bezeichnet.

Bei dem Entwurf eines Wirkungsdiagramms werden im ersten Schritt alle Größen aufgeführt, die direkt auf die Zielgröße wirken. Außerdem werden die Einflüsse ergänzt, die wiederum diese Einflußfaktoren beeinflussen. Schließlich müssen die rückkoppelnden Wirkungen erfaßt werden, die von der Zielgröße wiederum auf die bereits angeführten Einflußfaktoren wirken. Grundsätzlich lassen sich Zusammenhänge zwischen Größen im entstandenen Wirkungsnetzwerk wie folgt zusammenfassen:

- Größe A (B) beeinflußt Größe B (A)
- Größe A und Größe B beeinflussen sich gegenseitig
- Zwischen Größe A und Größe B besteht kein Wirkungszusammenhang
- Größe A und Größe B sind von einer oder mehreren dritten Größen abhängig

Mit Hilfe von Pfeilen wird die Richtung der Beeinflussung illustriert. Die folgende Abbildung zeigt einen einfachen Wirkungszusammenhang zwischen ökonomischen Größen. Es handelt es sich um einen Ausschnitt, bei dem nicht alle in der Realität vorkommenden Größen berücksichtigt werden.

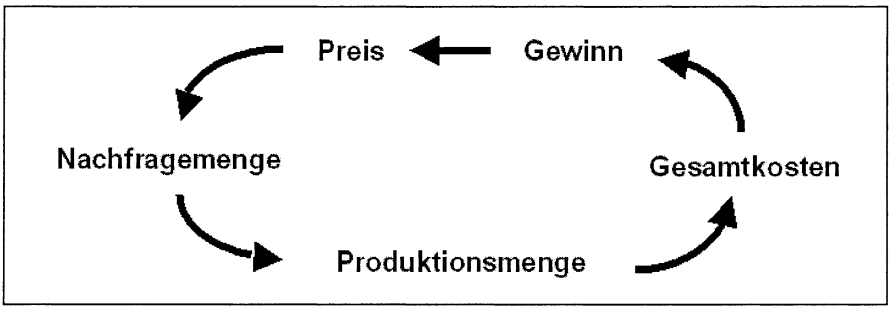


Abb. 2.7. Wirkungsdiagramm eines Zusammenhanges ökonomischer Größen

Als nächster Schritt werden die Wirkungen in ihrer Richtung analysiert. Die folgenden Fragestellungen sind dabei zu beantworten:[92]

- Welcher Art ist der Einfluß, der von einer Größe auf eine andere ausgeübt wird?
- Wie ist der zeitliche Verlauf von Ursache und Wirkung?
- Welche Intensität weist die Wirkung auf?

Zur Beschreibung der Art des Einflusses gilt es für jeden einzelnen Zusammenhang isoliert zu untersuchen, ob es sich um eine gleichgerichtete oder entgegengerichtete Wirkung handelt. Bei der Analyse des beispielhaft in der Abbildung gezeigten Zusammenhangs zwischen Nachfragemenge und Produktionsmenge ist festzuhalten, daß im Fall des Ansteigens der Nachfragemenge auch die Produktionsmenge steigt. Im umgekehrten Fall sinkt bei einer rückläufigen Nachfragemenge auch die Produktionsmenge. Hier liegt ein gleichgerichteter Wirkzusammenhang vor.

Wird der Zusammenhang zwischen Preis und Nachfragemenge untersucht, tritt eine andere Art der Wirkung auf. Bei einer Preiserhöhung sinkt in der Regel die Nachfragemenge.[93] Wird der Preis jedoch verringert, steigt die nachgefragte Menge. Dieser Zusammenhang wird auch in der bekannten Preis-Absatzfunktion dargestellt. Diese Abhängigkeit stellt einen entgegengerichteten Zusammenhang dar, es kann von einer negativ korrelierenden Wirkung gesprochen werden.

Graphisch werden in diesem Diagrammen gleichgerichtete Wirkungen mit einem „+“ am entsprechenden Wirkungspfeil markiert, entgegengerichtete Wirkungen werden mit einem „-“ gekennzeichnet. Die folgende Abbildung zeigt erneut den Zusammenhang ökonomischer Größen, jedoch wurden die Wirkungsbeziehungen um die jeweiligen Polaritäten ergänzt.

---

[92] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.136).

[93] Ausnahmen sind denkbar. Bei Luxusgütern kann beispielsweise eine Preiserhöhung auch eine Erhöhung der nachgefragten Menge zur Folge haben.

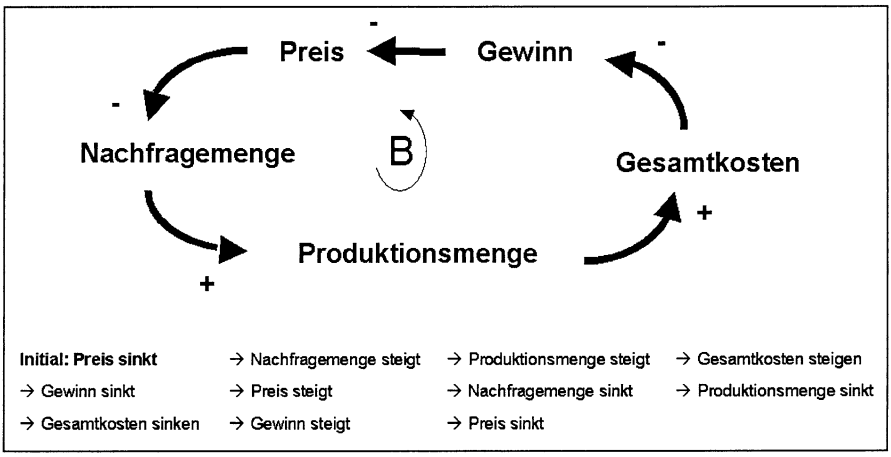


Abb. 2.8. Wirkungsdiagramm eines ausgeglichenen Zusammenhanges ökonomischer Größen

Nachdem alle Wirkungen isoliert nach der Art des Einflusses untersucht wurden, läßt sich der Gesamtzusammenhang qualitativ beschreiben. Entscheidend ist, ob es sich um einen sich verstärkenden oder um einen ausgeglichenen Kreislauf handelt. In diesem Zusammenhang wird auch häufig von „re-enforcing loops" und von „balancing loops" gesprochen. Bei dem beispielhaft gezeigten Kreislauf handelt es sich um einen ausgeglichenen oder „balancing loop".

Nach zweimaligem Durchlaufen beginnt der Wirkungskreislauf von vorn. Es tritt ein oszillierendes Verhalten der betrachteten Größen auf. Im Gegensatz dazu wäre im Fall eines „re-enforcing loop" ein ständiges Steigen oder sinken aller betrachteten Größen die Reaktion des Systems. Häufig wird in diesem Fall auch vom Vorliegen eines „Teufelskreises" gesprochen. Die folgende Abbildung zeigt ein weiteres Wirkungsdiagramm mit ökonomischen Größen, welches einen sich verstärkenden Kreislauf oder „re-enforcing loop" beschreibt. Auch hier handelt es sich um die Abbildung eines Ausschnitts zur Verdeutlichung der Technik der Wirkungsdiagramme, bei dem nicht alle real auftretenden Größen und Abhängigkeiten enthalten sind.[94]

[94] Vgl. Zahn, E. (1971, S.99), Zahn, E. (1973, S.610).

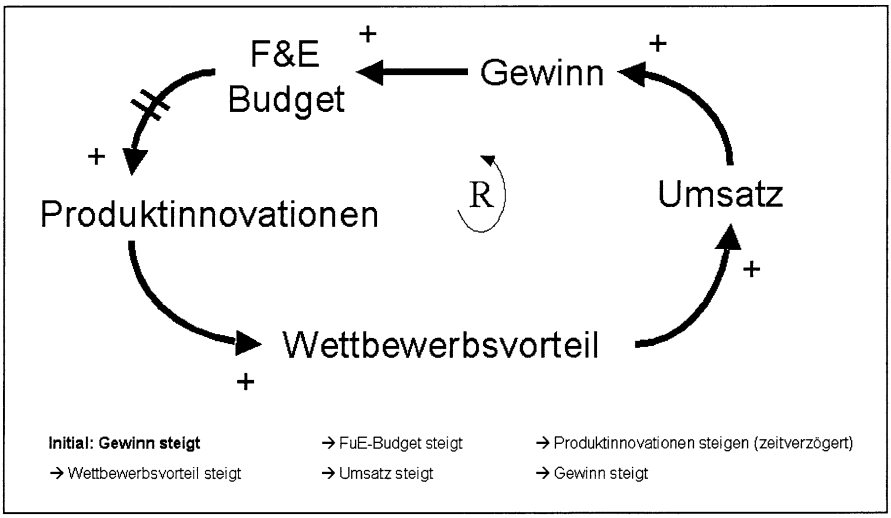


Abb. 2.9. Wirkungsdiagramm eines sich verstärkenden Zusammenhanges ökonomischer Größen mit erwünschter positiver Entwicklung

Dieses Wirkungsdiagramm fokussiert auf die Interaktion zwischen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und deren Rückkopplung auf den finanziellen Erfolg des Unternehmens. Von entscheidender Bedeutung ist neben der Art der Beziehung der zeitliche Verlauf von Ursache und Wirkung. Mit Hilfe des Doppelstrichs wird eine zeitverzögerte Wirkung verdeutlicht. Dies ist im obenstehenden Beispiel bei der Beziehung zwischen FuE-Budget und den Produktinnovationen der Fall. Auch für dieses Diagramm wurde die Entwicklung der Größen im Kreislauf nachvollzogen. Nach einmaligen Umlaufen der Kreisbeziehung ändert sich die Größe Gewinn erneut in die gleiche Richtung wie zum Startzeitpunkt. Insofern führt dies zu einer stetig wachsenden Entwicklung in die in diesem Fall gewünschte positive Richtung. Im umgekehrten Fall können auch negative Entwicklungen mit Hilfe des gleichen Kausalzusammenhangs abgebildet werden (vgl. Abb. 2.10).

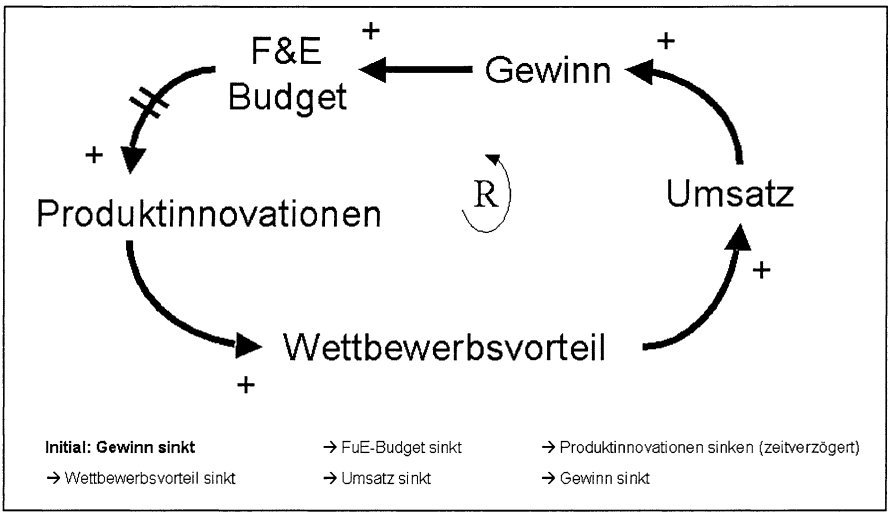


Abb. 2.10. Wirkungsdiagramm eines sich verstärkenden Zusammenhanges ökonomischer Größen mit unerwünschter negativer Entwicklung

Auch in diesem Fall ändern sich alle Größen stetig in die gleiche Richtung. Dieser Kausalzusammenhang bildet einen negativen und in der Praxis unerwünschten Wirkungskreislauf ab.

In der folgenden Darstellung wird die Bedeutung der in Wirkungsdiagrammen verwendeten Symbolik zusammengefaßt.

Symbolik	Bedeutung
A —+→ B	wenn A steigt, steigt auch B wenn A sinkt, sinkt auch B
A —-→ B	wenn A steigt, sinkt B wenn A sinkt, steigt B
A —‖+→ B	wenn A steigt, steigt auch B (zeitverzögert) wenn A sinkt, sinkt auch B (zeitverzögert)
A —‖-→ B	wenn A steigt, sinkt B (zeitverzögert) wenn A sinkt, steigt B (zeitverzögert)

Abb. 2.11. Arten von Beziehungen in Wirkungsdiagrammen

Mit Hilfe der Strichstärke kann noch ergänzend der Stärke des jeweiligen Einflusses Rechnung getragen werden.[95]

Wirkungsdiagramme veranschaulichen die Beziehungen zwischen Größen mit einer oder mehreren Rückkopplungsschleifen, deren Wirkung für das dynamische Verhalten des Systems entscheidend ist. Sie bliebe bei einer Partialbetrachtung unentdeckt.[96] Der Vorteil dieses Instruments besteht in der Möglichkeit der überschaubaren Darstellung wechselseitiger und zeitverzögerter Ursache-Wirkungszusammenhänge zwischen mehreren Größen verbunden mit einer qualitativen Aussage zur Richtung der Beeinflussung. SENGE nutzte in seinem bekannten Werk zu lernenden Unternehmen Wirkungsdiagramme zur Entwicklung rein qualitativ ausgerichteter Systemarchetypen, die bestimmte, immer wiederkehrende Basisstrukturen und Systemverhalten abbilden. Mit ihnen werden real anzutreffende Entwicklungen anschaulich und nachvollziehbar erklärt.[97]

Der System Dynamics Ansatz nutzt Wirkungsdiagramme zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens des zu untersuchenden Systems. Sie werden daraufhin im zweiten Schritt in Flußdiagramme (auch: stock-and-flow-diagrams) übertragen und schließlich als mathematisches Gleichungssystem formuliert. Der System Dynamics Ansatz basiert auf einer Unterscheidung von Bestands-(Zustands-) und Fluß-(Änderungs-)größen. Um diese Überleitung zu illustrieren, wird zunächst ein allgemeingültiger Regelungszusammenhang in Form eines Wirkungsdiagramms gezeigt.[98]

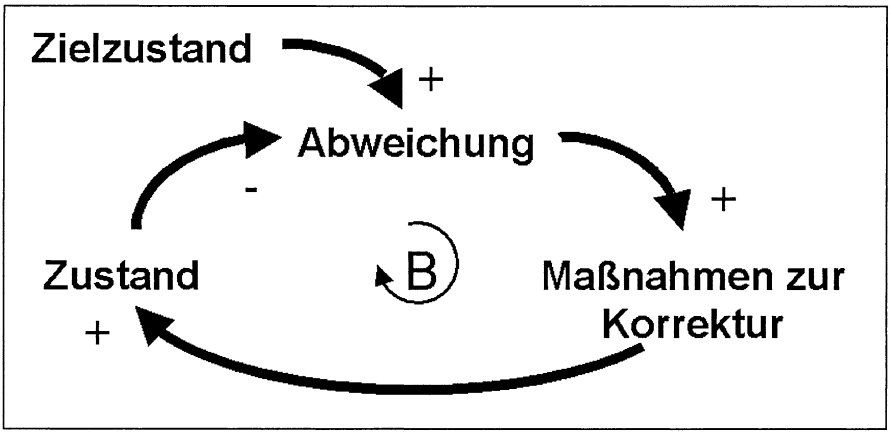


Abb. 2.12. Elementares Wirkungsdiagramm

[95] Einige Richtlinien zum Entwurf von Wirkungsdiagrammen liefert: Kim, D.H. (1992), außerdem vgl. Sterman, J.D. (2000, S.108).

[96] Vgl. Schwarz, R. / Ewaldt, J.W. (2002, S.164).

[97] Vgl. Senge, P.M. (1996, S.455-471), vertiefend zu Systemarchetypen: Wolstenholme, E.F. (2003).

[98] Vgl. Zahn, E. (1971, S.79), Berendes, K. (2002, S.35).

Zu Beginn wird die Abweichung zwischen Wunsch- und Ist-Zustand ermittelt. Mit der Höhe der festgestellten Abweichung steigt und fällt das Maß an eingeleiteten Maßnahmen zur Minimierung der Abweichung. Je mehr Maßnahmen zur Korrektur ergriffen werden, desto mehr nähert sich der tatsächliche Zustand dem Wunschzustand.[99] Die Abweichung wird geringer. Im Falle eines Übersteuerns durch zu umfangreich vorgenommene Maßnahmen werden weitere, jedoch eine umgekehrte Wirkung erzielende Aktivitäten eingeleitet. Das Zustandsniveau verringert sich und ermöglicht wiederum eine Feststellung der Abweichung.

Bei der Analyse werden inhaltliche Parallelen zum Regelkreismodell deutlich, das schon im Abschnitt zur Steuerung und Regelung von Systemen als Möglichkeit der gezielten Beeinflussung und Beschreibung des Verhaltens von Systemen vorgestellt wurde. Die folgende Abbildung zeigt erneut das Grundschema eines Regelkreises, jedoch werden die enthaltenen Größen nur noch als Zustands- und Zustandsänderungen betrachtet. Inhaltlich wird der gleiche dynamische Systemzusammenhang wie im vorangegangenen Wirkungsdiagramm dargestellt.

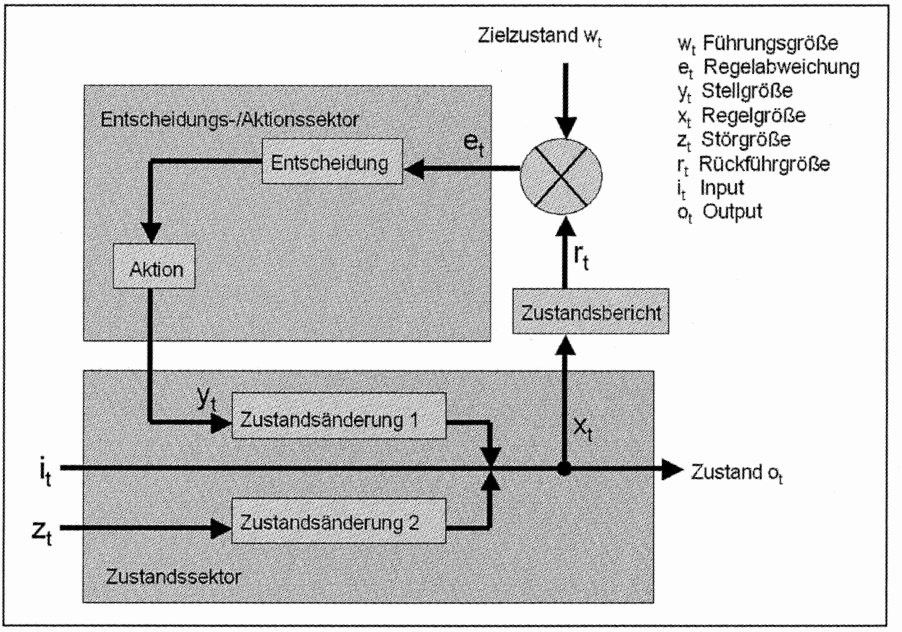


Abb. 2.13. Regelkreis als Modell von Zustand und Zustandsänderung

Es gibt einen Systemzustand, der über eine Meßeinrichtung ermittelt und mit dem gewünschten Zielzustand verglichen wird. Über die erkannte Abweichung werden durch Aktionen über die Zeit Zustandsänderungen erzwungen, die einen

[99] Milling beschreibt allgemeine Entscheidungsregeln mit den gleichen Systemkomponenten: vgl. Milling, P.M. (1984, S.511).

neuen Zustand des Systems eintreten lassen. Es ist festzuhalten, daß Systemzustandsänderungen nur Auswirkungen einer Veränderung von Zustandsänderungsgrößen sind. Da Zustände (Bestände) immer zeitpunktgenau gemessen werden, haben Größen zur Beschreibung von Änderungen einen Zeitraumbezug und werden fortan als Flußgrößen bezeichnet. Mit dem System Dynamics Ansatz wurde in neueren Veröffentlichungen zur Veranschaulichung des Bestands- und Flußgrößengedankens eine spezifische grafische Darstellungsform entwickelt, mit der die dem Konzept zugrundeliegenden Prinzipien leicht verständlich werden.[100] Mit dieser Darstellungsform können außerdem aufgrund der Unterscheidung von Zu- und Abflüssen einige Probleme von Wirkungsdiagrammen vermieden werden, deren Existenz häufig erst bei einer Detailanalyse von Wirkungsdiagrammen auffällt.[101] Daher wird für die weiteren Ausführungen diese Synthese aus Wirkungsdiagramm und Bestands-/Flußgrößendarstellung standardmäßig zur Abbildung dynamischer Systeme benutzt.

Für den Regelkreis und das Wirkungsdiagramm zeigt die folgende Abbildung die Übersetzung in ein systemdynamisches Bestands-/Flußgrößenbild.[102]

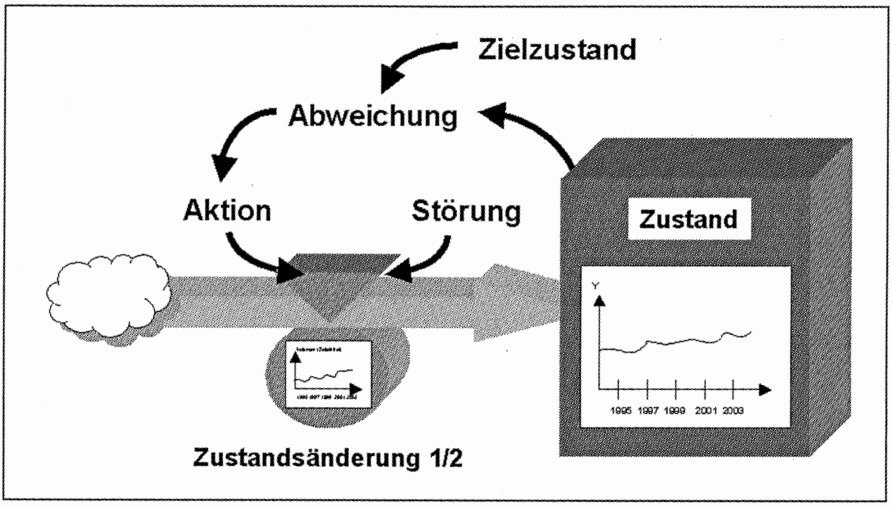


Abb. 2.14. Übersetzung Regelkreis in ein systemdynamisches Bestands-/Flußgrößenbild

[100] Warren bezeichnet diese Darstellungsform als resource systems oder resource maps und nutzt diese zur Unterstützung der strategischen Managementausbildung: Warren, K. / Langley, P. (1999), Warren, K. (2002). Niemeyer verwendet den Begriff Wirkpotentiale als Synonym für Bestandsgrößen: vgl. Niemeyer, H. (1977, S.3).

[101] Zu den Problemen mit Wirkungsdiagrammen: Richardson, G.P. (1986), Richardson, G.P. (1997).

[102] Diese Abbildung stellt eine Synthese der Regelkreis- und Policyelemente dar: vgl. Forrester, J.W. (1971, S.4-15), Zahn, E. (1971, S.87), Weber, K.P. (1979, S.132-133).

Mit dieser Abbildung wird der Kernansatz von System Dynamics mit der Unterscheidung von Bestands-(Zustands-) und Fluß-(Änderungs-)größen deutlich. Die Werte der Bestands-(Zustands-)größen werden nicht über den gesamten Vorhersagezeitraum vorgegeben, sondern lediglich mit einem Start- oder Initialwert festgesetzt. Die Gesamtheit aller Startwerte der Größen bestimmt den Start- oder Anfangszustand des Systems. Über die Zeit erfolgt periodisch eine Entwicklung des betrachteten Systemzustands durch Veränderung der Flußgrößen. Der Bestand einer Zustandsgröße zum Ende der Folgeperiode ergibt sich durch den Endbestand der Größe der aktuellen Periode plus der Summe aller Zuflüsse y minus der Summe aller Abflüsse z in der Folgeperiode:

$$x_{t+1} = x_t + y * dt - z * dt$$

Diese Systemzustandsbeschreibung mit Bestands- und Flußgrößen läßt sich durch viele praktische Beispiele veranschaulichen. Sie beschränkt sich keineswegs nur auf ökonomische Größen.

$\text{Anlagevermögen}_{t+1}$ = Anlagevermögen_t + (Investitionen/dt-Abschreibung/dt)*dt
$\text{Bargeldbestand}_{t+1}$ = Bargeldbestand_t + (Einzahlungen/dt-Auszahlungen/dt)*dt
$\text{Weltbevölkerung}_{t+1}$ = Weltbevölkerung_t + (Geburten/dt-Todesfälle/dt)*dt
Baumbestand_{t+1} = Baumbestand_t + (Neupflanzungen/dt-Abholzungen/dt)*dt
$\text{Krankenstand}_{t+1}$ = Krankenstand_t + (Erkrankungen/dt-Genesungen/dt)*dt
$\text{Tankfüllstand}_{t+1}$ = Tankfüllstand_t + (Betankung/dt-Verbrauch/dt)*dt
Wissen_{t+1} = Wissen_t + (Lernen/dt-Vergessen/dt)*dt

Die Gesamtheit aller dynamischen Gleichungen bildet ein System von nichtlinearen Differenzengleichungen, welches die Veränderung jeder einzelnen Größe durch Integration über die Zeit für die betrachteten Perioden simultan berechnet.[103] Bis in die achtziger Jahre wurden zur Berechnung dieser Gleichungssysteme allgemeine Programmiersprachen verwendet (FORTRAN, ALGOL, COBOL). Des weiteren gab es erste Simulationssprachen (DYNAMO), deren Fokus direkt auf der computerunterstützten Umsetzung von System Dynamics Modellen lag.[104] In den neunziger Jahren wurden benutzerfreundliche und sehr leistungsfähige Computerprogramme zur Modellierung und Simulation von System Dynamics Modellen entwickelt (Powersim, STELLA, ITHINK und VENSIM). Sie ermöglichen eine Modellierung dynamischer Systeme über die grafische Darstellung der Bestands- und Flußgrößen.

[103] Vgl. Niemeyer, G. (1977, S.217).

[104] Der DYNAMO-Compiler wurde im Gegensatz zu FORTRAN u.a. bei Unternehmensmodellen in der Praxis kaum verwendet: vgl. Naylor, H. / Gattis, D.R. (1976, S.71).

Sie werden gleichzeitig in ein entsprechendes mathematisches Gleichungssystem transformiert.[105]

Der eigentlichen Erkenntniszuwachs bei der Nutzung von systemdynamischen Modellen wird durch Modellsimulation erzielt. Hierbei handelt es sich im Gegensatz zu den bekannten diskreten Simulationen um eine kontinuierliche Simulation.[106] Durch Betrachtung der Ergebnisse eines Simulationslaufs wird die Gewinnung von Erkenntnissen über das Systemverhalten als Ganzes sowie die eingehende Analyse des dynamischen Verhaltens der einzelnen Modellgrößen über den gewählten Untersuchungszeitraum möglich.

Zusammenfassend läßt sich System Dynamics als eine auf Regelkreisen basierende, systemorientierte Verhaltenstheorie für Organisationen beschreiben, deren wesentliches Merkmal die geschlossene Struktur von Ursache-Wirkungs-Beziehungen ist.[107] Auf diese Weise gehen Ergebnisse von Aktionen aus der Vergangenheit wieder als Informationsinput in die Bestimmung gegenwärtiger und zukünftiger Aktionen ein.

2.3.2 Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von System Dynamics

Erstmalig wurde die System Dynamics Methode durch die Veröffentlichung des Forschungsberichts „Limits to Growth"[108] des Massachusetts Institute of Technology (MIT) bekannt. Im Mittelpunkt dieser vom „Club of Rome" beauftragten und im deutschsprachigen Raum als „Die Grenzen des Wachstums"[109] veröffentlichten Studie und darauf aufbauenden Arbeiten standen die sogenannten Weltmodelle. Mit diesen wurden globale Probleme des Bevölkerungswachstums, der Nahrungsmittelversorgung, des Abbaus natürlicher Ressourcen und der Umweltverschmutzung untersucht. Die durch FORRESTER und weitere Mitarbeiter am MIT entwickelten systemdynamischen Modelle bildeten in erster Linie soziale, städtebauliche und militärische Systeme und deren dynamische Zusammenhänge ab.[110] An dieser Stelle wird das breite Anwendungsspektrum der System Dynamics Methode deutlich. Obwohl wissenschaftlich noch recht jung, finden sich inzwischen eine Vielzahl von Publikationen zum Einsatz von System Dynamics in unterschiedlichsten Anwendungsgebieten. Beispielweise erfolgten Untersuchungen zu makroökonomischen Entwicklungen, zum Wachstum des Internet, zur Bevölke-

---

[105] Einen allgemeinen und fachübergreifenden Einstieg in die Methodik von System Dynamics bieten: Goodman, M.R. (1974), Roberts, N. / Andersen D.F. / Deal, R.M. et al. (1983), Wolstenholme, E.F. (1990), Mohapatra, P.K.J. / Mandal, P. / Bora, M.C. (1994), Coyle, R.G. (1996), Sterman, J.D. (2000).

[106] Vgl. Bea, F.X. (1977, S.201).

[107] Vgl. Zahn, E. (1971, S.77).

[108] Meadows, D.H. (1972).

[109] Meadows, D.L. / CLUB OF ROME (1972), Meadows, D.H. / Meadows, D.L. / Randers, J. (2001).

[110] Forrester, J.W. (1969), Forrester, J.W. (1971), Forrester, J.W. (1976), Forrester, J.W. (1980).

rungsentwicklung, zu Krankheits- und Epidemieentwicklungen sowie zur Drogenproblematik.[111]

Besondere Aufmerksamkeit erregten FORRESTER's Weltmodelle und die dabei zum Einsatz kommende Methode gleich nach Veröffentlichung, da die Simulationsergebnisse sehr pessimistische Prognosen zur künftigen globalen Entwicklung beinhalteten. Unvermeidbare Bevölkerungsexplosion und globaler Kollaps ließen die Öffentlichkeit aufhorchen. Als Reaktion auf diese Ergebnisse der Weltmodelle kam auch recht bald Kritik an den Modellen und des zugrundeliegenden Konzepts auf. Mit Modellen werden Hypothesen und Theorien zur Erklärung real beobachtbarer Sachverhalte und Entwicklungen falsifiziert. Der Beweis, ob die erzielten Simulationsergebnisse einigermaßen richtig sind, konnte insbesondere bei diesen Weltmodellen über den Vergleich mit der Realität auf absehbare Zeit nicht erbracht werden.

Simulationsergebnisse werden mit dem intuitiv erwarteten Systemverhalten abgeglichen. Widersprechen sich Erwartungshaltung und Simulationsergebnis, dürften im ersten Schritt das Modell und die darin enthaltenden Annahmen kritisch überprüft werden. Das bedeutet, daß zur Analyse und Bewertung der Simulationsergebnisse das dahinterstehende Modell, die zugrundeliegenden Annahmen und die Gleichungen detailliert bekannt sein müssen. Bei einer Vielzahl von wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die Problemstellungen mit Hilfe der System Dynamics Methode untersuchen, werden häufig nur das zugrundeliegende Wirkungsdiagramm zur Beschreibung des Problems und das durch Simulation erzielte Systemverhalten gezeigt. Nur sehr selten finden sich Abbildungen des eigentlichen System Dynamics Modells und eine Aufstellung der darin explizit formulierten Gleichungen. Insofern sind die diskutierten Ergebnisse nicht durch andere reproduzierbar. Eine wissenschaftliche Verwertung der Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen ist daher fragwürdig.

Auch bei Vorliegen der mathematischen Formulierung des Modells muß die Frage nach der Vollständigkeit zur Abbildung des realen Tatbestandes positiv beantwortet werden. Darüber hinaus dürfte sich ein wesentlicher Teil der an einem Modell aufkommenden Kritik auf die Art der Quantifizierung von qualitativen Zusammenhängen ausdehnen. Insbesondere die formulierten funktionalen Abhängigkeiten bieten sehr schnell einen Ansatzpunkt für die Infragestellung der erzielten Resultate. An dieser Stelle bietet sich mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse die Möglichkeit, die Stabilität der ermittelten Simulationsergebnisse auf Schwankungen bestimmter Parameter und der Stärke funktionaler Zusammenhänge zu überprüfen.[112] Die Durchführung von Sensitivitätsanalysen ist für System Dynamics Modelle von großer Bedeutung, denn sie stellen einen wesentlichen Prüfstein zur empirischen Akzeptanz dieser Modelle dar.[113] In System Dynamics Modellen

[111] Meadows, D.L. (1970), Forrester, N.B. (1973), Mass, N.J. (1975), Giese, M. / Oliva, R. (2000), einen guten Überblick zum Einsatz der System Dynamics Methode in Biologie, Physik, Wirtschaft und Population liefert zudem anhand anschaulicher Beispiele: Ossimitz, G. (1990).

[112] Vgl. Ortlieb, C.P. (1987, S.34).

[113] Zwicker, E. (1981, S.444).

festgelegte Parameter sollten vorzugsweise über Expertenschätzungen gewonnen werden. Da in diesem Fall keine sichere Punktschätzung erfolgt, beinhaltet jeder geschätzte Parameter bereits eine Annahme.[114] Dennoch wird über eine angenommene Schwankungsbreite des Parameters eine gewisse Sicherheit gewonnen. Dieser Parameter wird nun in diesen Grenzen verändert und das jeweilige Simulationsergebnis verglichen. Sollten bereits geringfügige Änderungen zu komplett anderen Systemverhalten führen, ist das zugrundeliegende systemdynamische Modell nicht belastbar. Auf diesen Ergebnissen beruhende Entscheidungen wären äußerst kritisch zu betrachten und die Funktion des System Dynamics Modells zur Entscheidungsunterstützung als fragwürdig einzuschätzen.[115]

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich der wesentliche Teil der Kritik am System Dynamics Konzept nicht methodisch oder mathematisch äußert. Vielmehr stehen die bekanntgewordenen Modelle hinsichtlich ihren Grenzen in der Kritik, denn die vorgenommenen mathematischen Formulierungen sind entweder nicht oder nicht ausreichend wissenschaftlich dokumentiert.[116] Zudem erzeugt die Umsetzung qualitativer Sachverhalte und deren Zusammenwirken in Gleichungen mit Hilfe von Multiplikatoren eine Scheingenauigkeit, die keine ausreichende Falsifizierung wissenschaftlicher Theorien zuläßt.[117] Ist jedoch das System überschaubar und in seinen Zusammenhängen weitgehend bekannt, ist dennoch davon auszugehen, daß im Falle der nahezu vollständigen Kenntnis der relevanten Systemgrößen ein nutzbringendes systemdynamischen Modell formuliert werden kann. Dies gilt um so mehr, je mehr quantitative Größen miteinander über bekannte Zusammenhänge verbunden werden. Qualitative Elemente spielen dann für das Verhalten des Gesamtsystems eine eher untergeordnete Rolle.

2.4 Dynamische Ansätze in der Betriebswirtschaftslehre

2.4.1 Balanced Scorecard

In den neunziger Jahren entwickelten NORTON und KAPLAN das Konzept der Balanced Scorecard.[118] Sie läßt sich als ein kennzahlenbasiertes Instrument zur strategischen Unternehmenssteuerung charakterisieren, mit dem durch ausgewogene Perspektivenauswahl die strategische Ausrichtung betont wird und die Umsetzung von Strategien in Maßnahmen unterstützt werden soll. Es handelt sich bei der Balanced Scorecard um ein Strategie- und nicht um eine Unternehmensmo-

[114] Morecroft empfiehlt Simulationsläufe von einzelnen Modellteilen, um Instabilitäten und kritische Modellannahmen zu identifizieren: Morecroft, J.D.W. (1985).

[115] Vgl. Zwicker, E. (1981, S.445).

[116] Vgl. Schwarz, R. / Ewaldt, J.W. (2002, S.171).

[117] Eine ausführliche Beschreibung der Grenzen von System Dynamics gibt anhand der bekannten Weltmodelle: Apel, H. (1975, 1979).

[118] Kaplan, R.S. / Norton, D.P. (1997).

dell.[119] Nach beeindruckend schneller Verbreitung ist sie als Controllinginstrument inzwischen etabliert. Auch wenn verläßliche Zahlen fehlen, gilt inzwischen als sicher, daß sich die Mehrheit der amerikanischen und deutschen Großunternehmen mit dem Konzept befaßt.[120]

Als wesentliche Voraussetzung zum erfolgreichen Aufbau einer Balanced Scorecard wird die gewissenhafte Entwicklung von Ursache-Wirkungsbeziehungen gesehen.[121] Obwohl die Fokussierung auf Ursache-Wirkungsbeziehungen das Denken in dynamischen Systemen fördern soll[122], finden sich in der einschlägigen Literatur keine Hinweise bezüglich der Generierung von dynamischen Kausalbeziehungen. Auch werden keine Methoden oder Lösungsmöglichkeiten angeboten, um diese Unzulänglichkeiten zu beheben.[123] Ein Hinweis, beispielsweise eventuelle Kostenziele auf der Scorecard mit anderen Zielen wie Reaktionszeiten und Qualität „abzustimmen", um daraus resultierende Widersprüche nicht auftreten zu lassen[124], hilft bei dem Versuch eines strukturierten Aufbaus einer Balanced Scorecard nicht weiter. Ein präzises Herausarbeiten der Ursache-Wirkungsketten ist jedoch ein unverzichtbarer Bestandteil von Balanced Scorecard Projekten.[125] Zudem finden sich keine auch nur einen annähernd vollständigen Eindruck vermittelnden Übersichten zu den hinter einer Balanced Scorecard stehenden Ursache-Wirkungsbeziehungen eines Unternehmens. Dies läßt den Eindruck einer unzureichenden wissenschaftlichen Durchdringung dieser Kausalbeziehungen im mathematischen Sinn und der mangelnden Reife dieses Konzepts für den praktischen Einsatz entstehen.[126] Dennoch wird gefordert, daß jede in der Balanced Scorecard eingesetzte Meßgröße über eine derartige Ursache-Wirkungs-Kette mit den obersten monetären Zielgrößen verbunden wird.[127] Die Ursache für diesen Anspruch ist eindeutig – jede Strategie strebt die Erreichung finanzwirtschaftlicher Ziele des Unternehmens an.[128]

Über eine Abschätzung der Beziehungsstärke und der Reaktionszeit zwischen der Veränderung der Größen sollen dann Hypothesen zur künftigen Entwicklung getroffen werden. Die Summe aller aus der Balanced Scorecard gewonnenen Hypothesen ergibt dennoch kein deterministisch rechenbares Modell, insofern bleibt dies eine Wunschvorstellung, die auch mit der Balanced Scorecard nicht erfüllt werden kann.[129]

---

[119] Vgl. Horvath & Partner (2000, S.27), Kaufmann, L. (2002, S.36).

[120] Vgl. Horvath & Partner (2000, S.2), Schäffer, U. (2001, S.463), Weber, J. / Bacher, A. / Groll, M. (2002, S.133).

[121] Vgl. Pedell, B. / Schwihel, A. (2002, S.49), Kaufmann, L. (2002, S.39).

[122] Vgl. Kaplan, R.S. / Norton, D.P. (1997, S.15).

[123] Vgl. Schäffer, U. (2001, S.470), Schwarz, R. (2002, S.280).

[124] Vgl. Kaplan, R.S. / Norton, D.P. (1997, S.56).

[125] Vgl. Kaufmann, L. (2002, S.38-39).

[126] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.280-281).

[127] Vgl. Kaplan, R.S. / Norton, D.P. (1996, S.67) und (1997, S.46), Schäffer, U. (2001, S.464 und S.469-470), Horvath, P. / Kaufmann, L. (1998, S.46).

[128] Vgl. Schäffer, U. (2001, S.469).

[129] Vgl. Horvath, P. / Kaufmann, L. (1998, S.46).

Grundsätzlich fehlt im Konzept das Element der Rückkopplung im System. Strategische Maßnahmen zur Erreichung bestimmter Ziele wirken häufig nur langfristig in positiver Richtung auf die eigentliche finanzwirtschaftliche Zielgröße und beeinflussen diese kurzfristig eher negativ. NORTON und KAPLAN zeigen durch eine einfache Wirkungskette, daß im Wege einer Erhöhung der Mitarbeiterqualifikation der Return-on-Capital-Employed (ROCE) gesteigert werden kann, gleiches gilt für die Neuentwicklung von Produkten.[130] Hier fehlt jedoch ein Hinweis, daß zunächst kostenintensive Weiterbildungsmaßnahmen eingeleitet werden müssen, die die Kennzahl ROCE negativ beeinflussen werden.

In einer aktuellen Publikation wird an dieser beispielhaften Wirkungskette demonstriert, wie dieser Mangel durch den Einsatz von Wirkungsdiagrammen behoben werden kann. Die Abbildung 19 stellt dazu Ursache-Wirkungs-Kette und Wirkungsdiagramm gegenüber.[131]

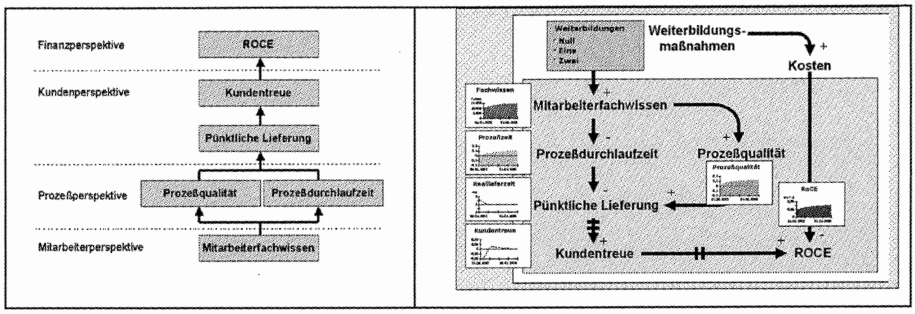


Abb. 2.15. Gegenüberstellung Ursache-Wirkungskette und Wirkungsdiagramm

Auch in der deutschen Literatur finden sich keine Hinweise auf diesen Mangel. HORVATH & Partner und andere Autoren zeigen in aktuellen Beiträgen ebenfalls Abbildungen von sehr einfachen Ursache-Wirkungsketten, bei denen kurzfristige Rückkopplungen existierender Zusammenhänge einfach außerhalb der Betrachtung bleiben.[132]

Weitere Kritikpunkte zum Balanced Scorecard Konzept finden sich auch in empirischen Untersuchungen. Häufig werden in der Praxis monetäre und nicht monetäre Kennzahlen ausgewählt und nach dem Vorbild der Balanced Scorecard abgebildet. KAUFMANN stellt dazu fest, daß nach einer Zusammenstellung von Zielen und Kennzahlen in den Perspektiven häufig die Untersuchung der Beziehungen der Ziele untereinander unterbleibt. Eine Verknüpfung durch Ursache-Wirkungsbeziehungen fehlt, was den Eindruck einer Täuschung erweckt.[133] Ebenso selten werden operative Budgetelemente mit der Balanced Scorecard verbun-

[130] Vgl. Norton, D.P. / Kaplan, R.S. (1996, S.65-66 und S.71).

[131] Vgl. Kaplan, R.S. / Norton, D.P. (1997, S.29), Schöneborn, F. (2003, S.23).

[132] Vgl. Horvath & Partner (2000, S.13 und S.17), Michel, U. (1999, S.377), Weber, J. / Bacher, A. / Groll, M. (2002, S.139).

[133] Vgl. Kaufmann, L. (2002, S.35 und S.38), Paul, J. (2002, S.52).

den. Auch dies ist Ausdruck der mangelhaften Berücksichtigung der zeitlichen Wirkung von Maßnahmen.[134]

Bemerkenswert ist, daß HORVATH & PARTNER in der 2000 erschienen Publikation zur praktischen Umsetzung der Balanced Scorecard einen Hinweis auf von GOMEZ/PROBST entwickelte „vernetzte Kausalmodelle" geben, um den angesprochenen Problemstellungen bei Zielkonflikten zu begegnen.[135] Dieser Ansatz wird jedoch nicht näher verfolgt, denn die Anwendung als pragmatisches Werkzeug für die Praxis sei zu aufwendig. Statt dessen wird die Fokussierung auf einige wenige Erfolgsfaktoren in der Balanced Scorecard als hinreichend erachtet, da der auf diese Weise erreichte fragmentarische Einblick in das Unternehmen zur strategischen Positionierung des Unternehmens ausreicht.[136] Die folgende Abbildung zeigt erneut am Beispiel des Wirkungszusammenhangs von KAPLAN und NORTON, wie eine isolierte Betrachtung von relevanten Erfolgsfaktoren das zugrundeliegende Unternehmenssystem in seinen Strukturen äußerst unvollständig abbildet und den Eindruck einer willkürlichen Auswahl erweckt.[137]

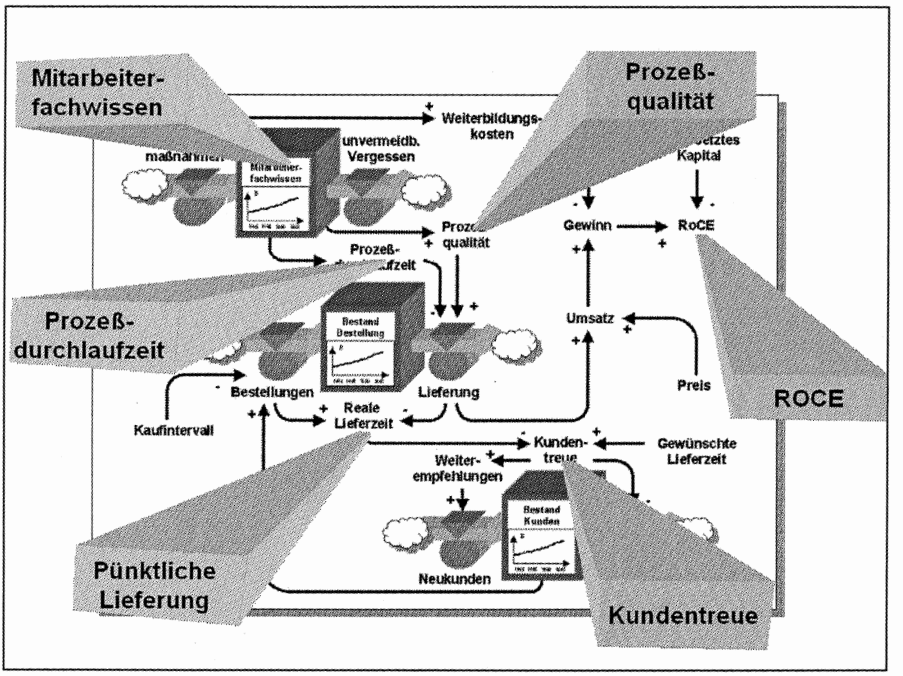


Abb. 2.16. Größenisolation in der Balanced Scorecard

[134] Vgl. Paul, J. (2002, S.53).
[135] Vgl. Horvath & Partner (2000, S.37).
[136] Vgl. Horvath & Partner (2000, S.38).
[137] Vgl. Schöneborn, F. (2003, S.11).

Es wird auch bei HORVATH & PARTNER betont, daß die Balanced Scorecard kein Unternehmensmodell zur Unternehmenssteuerung ist. Die Sicherstellung der Erreichung der kurzfristigen Basisziele wie Planumsatz und -gewinn wird den operativen Controllingsystemen als Aufgabe übertragen.[138] Spätestens hier wird deutlich, daß die quantitative Verzahnung der auf langfristigen Unternehmenserfolg ausgerichteten Maßnahmen aus den Ursache-Wirkungs-Ketten der Balanced Scorecard mit operativ ausgerichteten Entscheidungen und Aktivitäten wie der Budgetierung schlicht unterbleibt.[139] Dies unterstreicht die eingangs beschriebene Problematik aus kurzfristig orientierter Ergebnisausrichtung und davon entkoppelter Langfristplanung im Controlling. Es wird noch im Jahr 2000 behauptet, daß es vollständige analytische Modelle zur Berechnung der Zukunft aufgrund der hohen Komplexität auf absehbare Zeit nicht geben wird und das die in der Balanced Scorecard verankerten Größen nur durch Vision, Intuition und Erfahrung des Managements plausibel gemacht werden können.[140] An dieser Stelle ist auf ein systemdynamisches Modell zu verweisen, welches zum oben beschriebenen Wirkungszusammenhang beispielhaft auch die Berechnung der Größen der Balanced Scorecard ermöglicht. Es erlaubt die Simulation der finanziellen Auswirkungen einer Strategie der Intensivierung oder Vernachlässigung von Weiterbildungsmaßnahmen.[141]

[138] Vgl. Horvath & Partner (2000, S.38).

[139] Oehler betont besonders die Gefahr des Auftretens von Widersprüchen in den Ursache-Wirkungsgeflechten einer Balanced Scorecard und fordert die Verknüpfung mit der Budgetierung: vgl. Oehler, K. (2002, S.158).

[140] Vgl. Horvath & Partner (2000, S.45 und S.335).

[141] Eine umfangreiche Beschreibung des Modells und der zugrundeliegenden Annahmen und Gleichungen erfolgt in: Schöneborn, F. (2003).

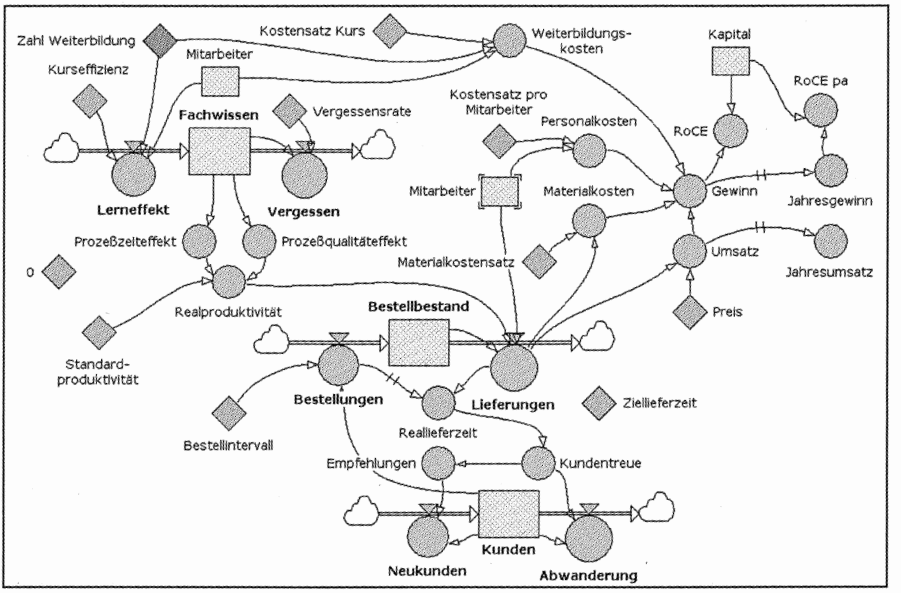


Abb. 2.17. Systemdynamisches Modell zur Strategieüberprüfung einer Balanced Scorecard

Da mit der Balanced Scorecard in ihrer bisher bekannten Form offensichtlich kein geeignetes Abbild zur Analyse und kein ausreichendes Konzept zur langfristig erfolgreichen Steuerung des Unternehmens ermöglicht wird, unterstreicht dies die Überlegenheit des System Dynamics Ansatzes. Die von der Balanced Scorecard außer Acht gelassenen Rückkopplungen werden durch systemdynamische Modelle erfaß- und quantifizierbar. Nur so können tatsächlich Ansatzpunkte für aus der strategischen Planung abgeleitete Maßnahmen gefunden werden, die die Unternehmensentwicklung positiv beeinflussen und eine langfristig erfolgreiche Steuerung ermöglichen.

Im nächsten Abschnitt werden die von HORVATH & PARTNER angesprochenen „vernetzten Kausalmodelle" von GOMEZ und PROBST näher untersucht.

2.4.2 Vernetztes Denken in der Betriebswirtschaftslehre

Als ein weiterer betriebswirtschaftlicher Ansatz zum Umgang und zur Lösung von komplexen und dynamischen Problemstellungen in Unternehmen wird die „Methodik des ganzheitliches und vernetzten Denkens und Handelns" vorgestellt.[142] Durch ein Verständnis des Ganzen und einen neuen auf das Ganze ausgerichteten Denkansatz sollen betriebliche Entscheidungsprozesse verbessert werden, indem das bisherige Denken und Handeln überprüft und auf seine Eignung zur Lösung der heutzutage anzutreffenden komplexen Problemstellungen hinter-

[142] Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995), Gomez, P. (1985), Gomez, P. (1993).

fragt wird. Die Begründung dieses Ansatzes liegt in der Feststellung, daß in der Realität auftretende Mißerfolge heute schon allein dadurch vorprogrammiert sind, weil Problemlösungsmethodiken angewandt werden, die in der Vergangenheit erfolgreich waren.[143] Ein Hinterfragen ihrer Eignung auf heutige komplexere und von zunehmender Dynamik gekennzeichneter Sachverhalte findet nicht statt. Letztlich sollen aufgrund von falschen oder fehlerhaften Entscheidungen eintretende unerwünschte und im Extremfall existenzbedrohende Entwicklungen im Unternehmen vermieden werden. Im Vorfeld von zu treffenden Entscheidungen sollten diese also bewußt und nicht nur intuitiv auf ihre Auswirkung zur Erreichung einer oder mehrerer Zielgrößen untersucht werden. Einmal getroffene Entscheidungen stellen mehr oder minder einen Versuch zur Erfüllung dieser an das Unternehmen gestellten Zukunftserwartungen dar. Inwieweit diese Entscheidungen dann tatsächlich und in welcher Intensität zur Zielerreichung beitragen, wird in jedem Fall die Realität zeigen, auch wenn die angesprochenen Verzögerungen auftreten und damit eine Zuordnung von Maßnahme und Wirkung im Nachhinein erschweren. Dennoch gilt es grundsätzlich darauf zu achten, daß eventuelle Nebenwirkungen ebenfalls erfaßt und in den Prozeß der Entscheidungsfindung miteinbezogen werden.

Auch der Ansatz des vernetzten Denkens nutzt Wirkungsdiagramme zur Darstellung der komplexen Vernetzungen. Nach den einfachen, im Abschnitt zu System Dynamics beispielhaft dargestellten Wirkungsdiagrammen zur Illustration des Vorgehens und der Technik lassen sich auch in der dazugehörigen Literatur bereits umfangreichere Diagramme finden, die möglicherweise einen gewissen Anspruch auf Vollständigkeit erheben könnten. Als Beispiel seien hier die von GOMEZ publizierten Wirkungsdiagramme gezeigt. In der nächsten Abbildung wird das „Netzwerk der Gesamtzusammenhänge des Unternehmens“ dargestellt. Es handelt sich um ein standardisiertes Idealunternehmen mit allgemein gültigen bzw. regelmäßig anzutreffenden Wirkungszusammenhängen, da keine einschränkenden Anmerkungen und Annahmen genannt werden. Es fällt positiv auf, daß neben rein finanziellen auch Größen mit gesellschaftlichem Bezug enthalten sind und Umwelt-, Mitarbeiter- sowie Marktaspekte ebenfalls Berücksichtigung finden.[144]

[143] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.12).
[144] Vgl. Gomez, P. (1993, S.45).

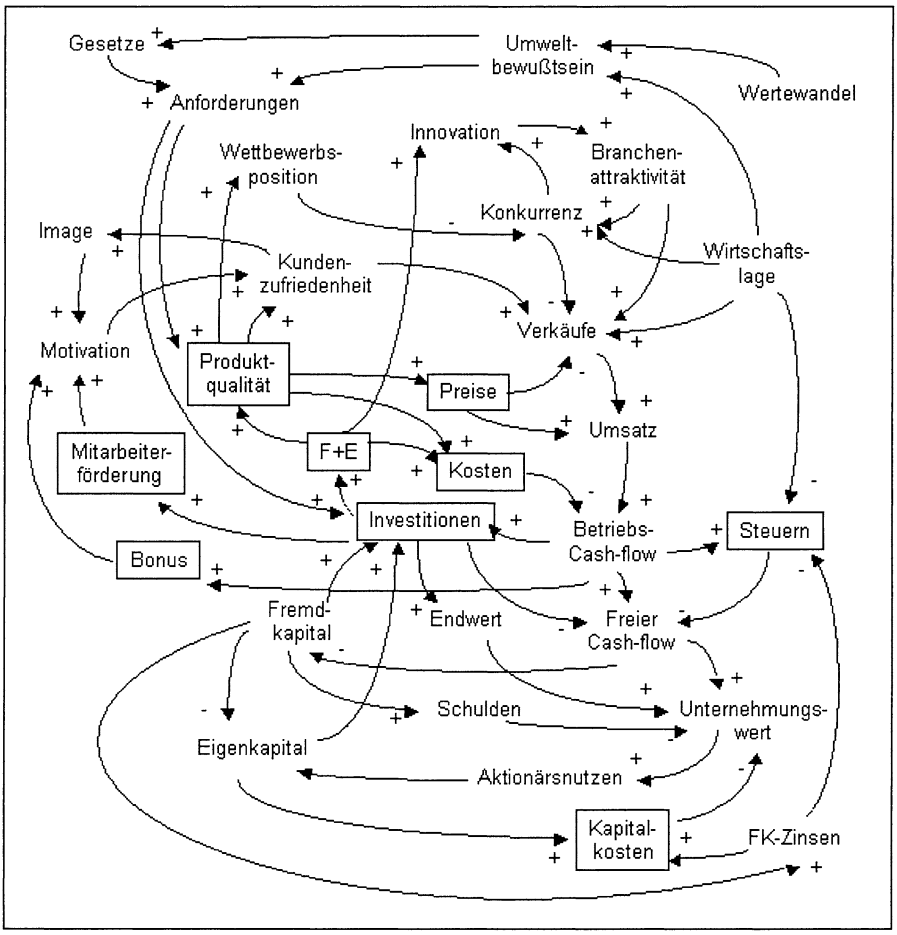


Abb. 2.18. Netzwerk der Gesamtzusammenhänge des Unternehmens

Die eingerahmten Elemente des Netzwerks stellen „lenkbare Größen als Ansatzpunkte für Strategien" dar. Im Kern handelt es sich um Größen, deren Entwicklung im Wesentlichen durch das Unternehmen selbst maßgeblich beeinflußbzw. steuerbar ist. Sie erlauben ein direktes Eingreifen in die Wirkungszusammenhänge.

Für GOMEZ liegt der Nutzen derartiger Netzwerke in den zusätzlichen Informationen und Schlußfolgerungen, die mit Hilfe der Analyse dieser Diagramme gewonnen werden können. Diese Informationen unterstützen strategische Entscheidungen, indem mögliche Entwicklungen und Entscheidungen in ihren Auswirkungen über mehrere Stationen im Kreislauf verfolgt werden können. Strategi-

sche Entscheidungen können nur dann richtig getroffen werden, wenn das Unternehmen in seiner Vernetztheit nahezu vollständig erfaßt wurde.[145]

Darüber hinaus finden sich weitere Netzwerke, die mit Blick auf die Eigenheiten bestimmter Branchen entworfen wurden.[146]

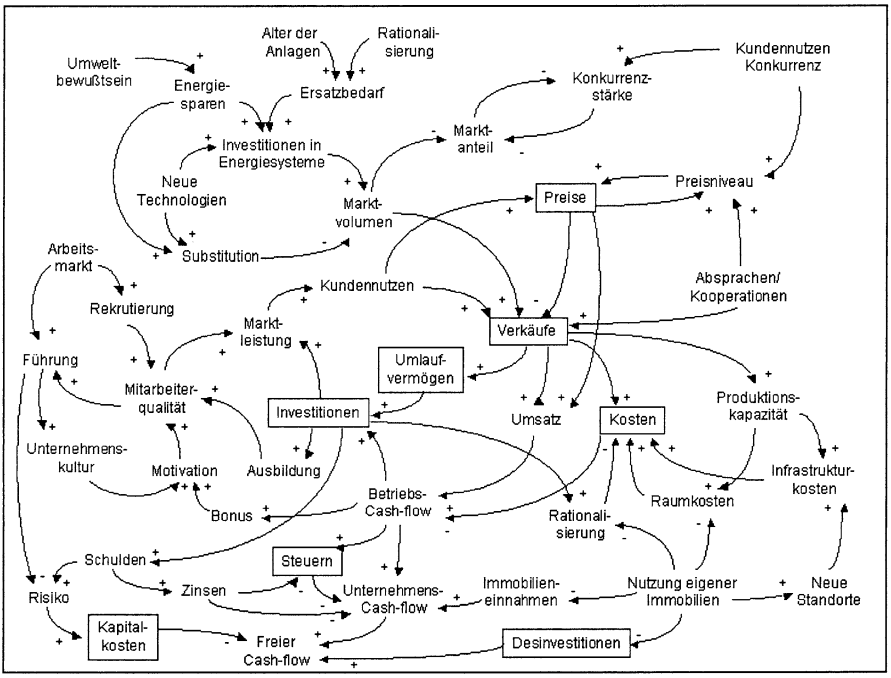


Abb. 2.19. Netzwerk eines Zulieferunternehmens für die Elektrizitätswirtschaft

Im obenstehenden Diagramm wurden einige branchenspezifische Zusammenhänge und speziell für die Elektrizitätswirtschaft relevante Größen eingeführt. Dazu zählen beispielsweise Absprachen und Kooperationen sowie standortrelevante Faktoren. Weitere allgemeingültige Größen sind z.B. Unternehmenskultur und Risiko, die noch einer näheren Interpretation bedürfen.

Nachdem eine vollständige Erfassung der relevanten Größen und deren Beziehungen untereinander erfolgt ist, stellt sich die Frage, inwieweit dieses einmal entwickelte Wirkungsdiagramm mit rein qualitativen Aussagen für das Steuern und Lenken eines Unternehmens eine Hilfe sein kann, inwieweit ein Entscheidungsprozeß im Unternehmen durch diese Technik unterstützt werden kann und an welchen Stellen mit Blick auf eine Entscheidungsunterstützungsfunktion Grenzen von Wirkungsdiagrammen auftreten.

---

[145] Vgl. Gomez, P. (1993, S.46).

[146] Vgl. Gomez, P. (1993, S.157).

Im Rahmen einer Analyse eines solchen Diagramms empfehlen ULRICH und PROBST die Erarbeitung eines „überraschungsfreien Grundszenarios", in dem die wahrscheinlichen, normalen und üblicherweise anzunehmenden Entwicklungen abgebildet werden.[147] Basis ist in jedem Fall eine oder mehrere Expertenmeinungen, die dann zur verbalen Beschreibung dienen.[148] Im nächsten Schritt soll dann in Alternativszenarien die Annahme „überraschungsfrei" aufgegeben werden, um mit gewisser Wahrscheinlichkeit eintretende Störungen mit in die Betrachtung aufzunehmen und in ihrer Auswirkung zu untersuchen.[149] Außerdem wird empfohlen, daß im Rahmen der Betrachtung von Alternativszenarien auch mögliche, aber eher unwahrscheinliche Veränderungen gründlich durchdacht werden, um einen Einblick in eventuell hieraus resultierende Gefahren zu erhalten. Bei allen Ausführungen handelt es sich jedoch bei der Verwendung des Begriffs Szenario um ein rein geistiges Durchdenken der Wirkungszusammenhänge.[150] Gleichwohl wird von Simulation als Methodik zur Erkenntnisgewinnung gesprochen, um die Frage „Was wäre, wenn ohne unser Zutun dies oder jenes geschieht" zu beantworten. Das entworfene Wirkungsdiagramm soll als Simulationsmodell verwendet werden, um aufzuzeigen, welche Zustände das System bei der Veränderung einiger Elemente annehmen kann.[151] Es dient außerdem dazu, lenk- bzw. beeinflußbare von nicht lenkbaren bzw. nicht beeinflußbaren Faktoren im System zu unterscheiden und generelle Eingriffs- bzw. Lenkungsmöglichkeiten abzuklären. Schließlich werden mit diesem Netzwerk die Wirkungen bestimmter Maßnahmen untersucht und beurteilt.[152]

Von einer quantifizierten und Vergleiche erlaubenden Untersuchung kann hier jedoch nicht gesprochen werden. Es fehlt ein Hinweis, auf welche Weise tatsächlich eine Bewertung der Alternativen und möglichen Lenkungsmaßnahmen erfolgen soll. Schließlich wird auf die Möglichkeit eines Einsatzes von Computern bei der Simulation hingewiesen, um eine starke Vernetzung beherrschbar zu machen. Es wird zwar erwähnt, daß eine Beschränkung auf quantifizierbare Größen vorgenommen werden muß, dennoch geht die Entwicklung eindeutig in Richtung „computerfähiger" Simulationsmodelle.[153] Einen Hinweis auf den System Dynamics Ansatz und die mit Hilfe von Computern bereits heute vorhandenen Simulationsmodelle zur Untersuchung von vergleichbaren dynamischen und komplexen

[147] Der Szenariobegriff wird in Kapitel 4 eingehend beschrieben. Zum Vorgehen bei der Szenariotechnik außerdem: Geschka, H. / Hammer, R. (1997).

[148] Dies wird bei einer früher veröffentlichten Beschreibung des Vorgehens bei einer Szenarioanalyse deutlich: vgl. Gomez, P. / Escher, F. (1980, S.416-418).

[149] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.168-169).

[150] Teichmann und Wack unterstreichen die Möglichkeiten und den Charakter der Szenariotechnik, bei Langfristplanungen aufgrund mangelnder Erfolgsaussichten das extrapolierende Denken zu umgehen: vgl. Teichmann, U. (1990, S.43), Wack, P. (1986, S.60).

[151] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.170-171).

[152] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.185-191).

[153] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.190).

Zusammenhängen gab es nur 1983.[154] In neueren Veröffentlichungen unterbleibt dies.

Von Interesse ist, inwieweit die Methodik des vernetzten Denkens bereits Einzug in die einschlägige Controlling-Literatur gehalten hat. In dem bekannten Standardwerk von HORVATH zum Fachgebiet Controlling findet sich ein branchenspezifisches Wirkungsdiagramm, welches ebenfalls aus einer Publikation von GOMEZ übernommen wurde (vgl. Abb. 24).[155] Besonders bemerkenswert ist, daß es nicht im Zusammenhang mit dem hier vorgestellten Konzept des vernetzten Denkens veröffentlicht wurde, sondern im Kapitel „Informationsbeschaffung und Aufbereitung" unter dem Abschnitt „Früherkennungssysteme". In diesem Zusammenhang wurden Wirkungsdiagramme nur bei GOMEZ nachweisbar untersucht.[156] Es wird die „Abbildung und Quantifizierung der komplexen Zusammenhänge der Einflußgrößen der Früherkennung" gefordert, um dann eine „Simulation bzw. Szenarioanalyse zu ermöglichen und in der Folge den strategischen Planungsprozeß zu initiieren".[157] Weiterführende Hinweise, z.B. zum System Dynamics Ansatz und zu entsprechenden systemdynamischen Simulationen, unterbleiben bei HORVATH vollständig.

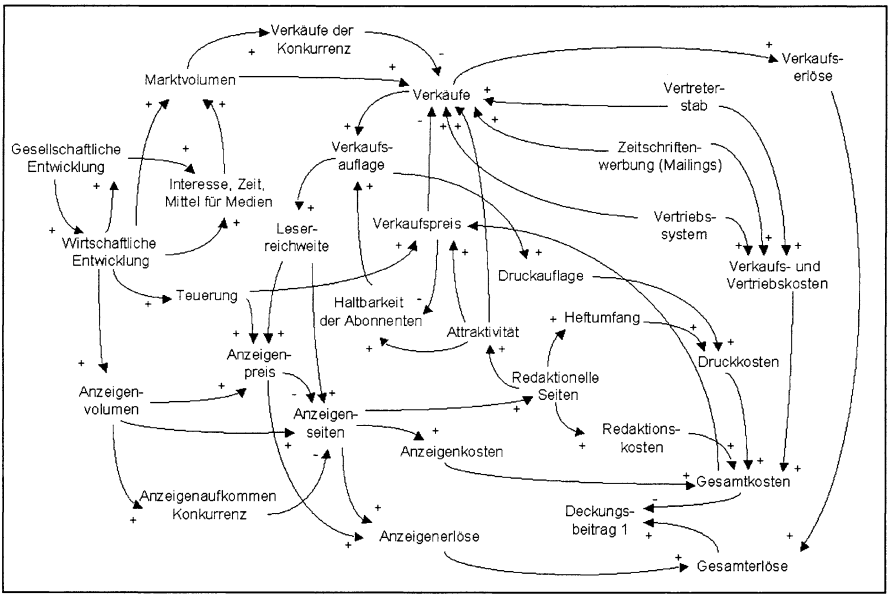


Abb. 2.20. Wirkungsdiagramm für einen Zeitschriftenverlag

[154] Vgl. Gomez, P. (1983, S.33).

[155] Vgl. Horvath, P. (1996, S.384), Gomez, P. (1983, S. 482).

[156] In den frühen Veröffentlichungen zur Frühwarnung, Gomez, P. (1982) und Gomez, P. (1983), finden sich ausschließlich Wirkungsdiagramme zu Problemstellungen im Verlagsgeschäft.

[157] Vgl. Horvath, P. (1996, S.384).

In einem neueren Buch von BAUM/COENENBERG/GÜNTHER zum strategischen Controlling findet das gezeigte Wirkungsdiagramm eines Zeitschriftenverlages ebenso Berücksichtigung.[158] Im Unterschied zu HORVATH wird die Methodik des vernetztes Denkens methodisch umfangreich vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt hier ebenso wie im Ursprungswerk von GOMEZ/PROBST auf der Gewinnung qualitativer Aussagen und Informationen, um mit Hilfe des entworfenen Netzwerks Chancen, Risiken sowie Möglichkeiten der Einflußnahme zu identifizieren und im Wege von Szenarioanalysen Ansatzpunkte für Strategien zu finden. Analog zu HORVATH findet sich auch hier ein Hinweis zur Möglichkeit, mit Hilfe dieser Netzwerke ein Frühaufklärungssystem zu installieren.[159]

Eine in der Controllingliteratur einzigartig umfangreiche und auf betriebswirtschaftliche Systeme ausgerichtete Ausarbeitung zur Technik der Wirkungsdiagramme findet sich bei SCHWARZ.[160] Es ist bemerkenswert, daß dies im Kapitel zur systemdynamischen Modellierung erfolgt und nicht im Zusammenhang mit dem Konzept des vernetzten Denkens erwähnt wird. Im folgenden Abschnitt wird noch näher auf die Publikation von SCHWARZ eingegangen.

Letztlich muß festgestellt werden, daß Wirkungsdiagramme und das eher qualitativ besetzte betriebswirtschaftliche Konzept des vernetzten Denkens noch nicht in nennenswertem Umfang in der Fachliteratur zum Thema Controlling aufgegriffen und detailliert untersucht wurden. Das trifft um so mehr auf quantifizierte Aussagen zu, die mit Hilfe mathematischer Verknüpfung der in Modellen enthaltenen Größen und darauf aufbauender Computersimulationen gewonnen werden können. Zur Methodik der systemdynamischen Modellierung und Simulation als Möglichkeit zur Lösung dieser Problemstellung existieren in der aktuellen betriebswirtschaftlichen Standardliteratur zum Controlling mit Ausnahme der Arbeit von SCHWARZ keine Verweise. Es scheint, daß sich der Ansatz eines ganzheitlichen Denken und Handelns in der Betriebswirtschaftslehre ausschließlich auf die netzwerkartigen grafische Darstellung und gedankliche Analyse von komplexen und dynamischen Zusammenhängen im Unternehmen beschränkt. Trotzdem können mit deren Hilfe immerhin wesentliche Einsichten in mögliche Entwicklungen des Unternehmenssystems gewonnen werden.[161] Bei der Würdigung dieses Ansatzes wird jedoch auch der Forschungsbedarf sichtbar, der sich hinsichtlich einer computerbasierten Umsetzung ergibt.

2.4.3 System Dynamics in der Betriebswirtschaftslehre

Natürlich hat die System Dynamics Methode nach Ihrem Bekanntwerden in den 60er und 70er Jahren auch in der Betriebswirtschaftlehre internationale Aufmerksamkeit erregt. Neben den im vorangegangenen Abschnitt bereits angesprochenen ökologischen und sozialen Untersuchungen wurde relativ schnell deutlich, daß mit

[158] Vgl. Baum, H.-G. / Coenenberg, A.G. / Günther, T. (1999, S.40-53).
[159] Vgl. Baum, H.-G. / Coenenberg, A.G. / Günther, T. (1999, S.47).
[160] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.153-163).
[161] Vgl. Ulrich, H. / Probst, G.J.B. (1995, S.171).

diesem neuen Ansatz auch betriebswirtschaftliche Sachverhalte bzw. Probleme analysiert und gelöst werden können. FORRESTER selbst orientierte sich bereits zu Beginn bei der Zielsetzung an Unternehmen und der Untersuchung bzw. Beeinflussung ihres Verhaltens. Er beschrieb Industrial Dynamics und später System Dynamics als

> " ... the study of the information-feedback characteristics of industrial activity to show how organizational structure, amplification (in policies), and time delays (in decisions and actions) interact to influence the success of the enterprise. It treats the interactions between the flows of information, money, orders, materials, personnel, and capital equipment in a company, an industry or a national economy. Industrial dynamics provides a single framework for integrating the functional areas of management - marketing, production, accounting, research and development, and capital investment. It is a quantitative and experimental approach for relating organizational structure and corporate policy to industrial growth and stability. Industrial dynamics should provide a basis for the design of more effective industrial and economic systems".[162]

Es wird in diesen Ausführungen deutlich, daß FORRESTER betriebswirtschaftliche Anwendungen im Auge hatte und dabei ein Unternehmen als Ganzes und nicht einzelne Teile in den Mittelpunkt der Untersuchung rückt. Das Zusammenwirken aller Funktionsbereiche bzw. Elemente eines Unternehmens, d.h. sowohl Produktion und Marketing, als auch FuE und das Finanzwesen bestimmt den Unternehmenserfolg. Erst wenn diese Elemente qualitativ und quantitativ miteinander verbunden werden, läßt sich die Entwicklung von Unternehmen hinsichtlich Ihres Erfolges für die Vergangenheit nachvollziehen und für die Zukunft ableiten.

An dieser Stelle wird ein Überblick über betriebswirtschaftliche Anwendungen der systemdynamischen Modellierung und insbesondere zu den vorliegenden Unternehmensmodellen gegeben. Aufgrund des relativ jungen Alters ist die Zahl der betriebswirtschaftlichen Publikationen zu System Dynamics überschaubar und eine hinreichende Bestandsaufnahme möglich. Generell können die Arbeiten nach mehreren Kriterien geordnet werden (vgl. Abb. 2.21.).

[162] Vgl. Forrester, J.W. (1961, S.13), ähnlich später Forrester, J.W. (1968, S.400), Coyle, R.G (1977, S.2).

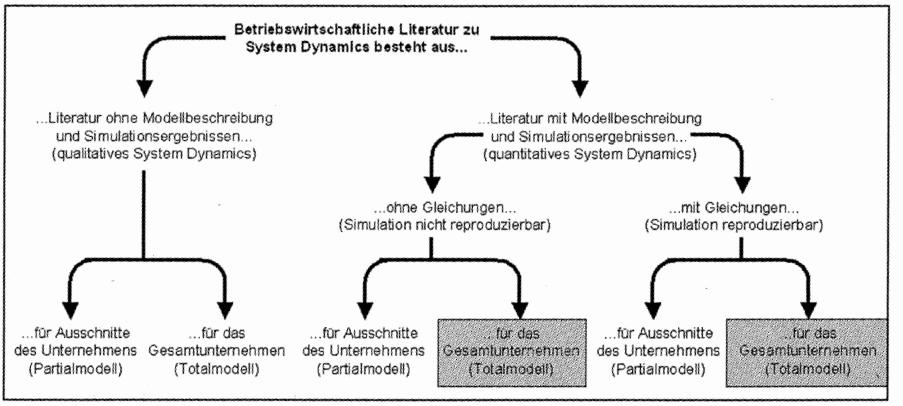


Abb. 2.21. Kategorien betriebswirtschaftlicher Literatur zu System Dynamics

Zunächst lassen sich Arbeiten abgrenzen, in denen nur Wirkungsdiagramme zu betriebswirtschaftlichen Problemen entwickelt und diskutiert werden. Hier überwiegen qualitative Aussagen zum Systemverhalten. Es fehlen jegliche Modellbeschreibungen oder Abbildungen von Simulationsläufen. Es wird daher auch von qualitativem System Dynamics gesprochen.[163] Andere Veröffentlichungen beschreiben neben dem zugrundeliegenden System auch das Modell und die Simulationsergebnisse. Hier muß jedoch eine weitere Unterteilung erfolgen. Es existieren Veröffentlichungen, bei denen auch die entsprechenden Modellgleichungen, beispielsweise als Programmlisting, enthalten sind. Hier kann eine Vielzahl von im Modell enthaltenen und zuvor nicht explizit genannten Annahmen abgeleitet werden und das resultierende Systemverhalten wird reproduzierbar. Darüber hinaus werden jedoch auch Arbeiten veröffentlicht, bei denen zwar das Modell bzw. die generierten Simulationsläufe abgebildet und diskutiert werden, eine echte Modellbeschreibung in Form von Gleichungen jedoch fehlt. Für diese Modelle läßt sich das abgebildete Systemverhalten natürlich nicht reproduzieren. Insofern ist der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs, der aus diesen Modellen bzw. Grafiken abgeleitet wird, zweifelhaft.

Schließlich erfolgt noch eine Unterteilung der untersuchten betriebswirtschaftlichen Problemstellung in Bezug auf die Vollständigkeit. Handelt es sich um eine Partialuntersuchung eines Teilbereichs oder -problems des Unternehmenssystems oder liegt ein systemdynamisches Totalmodell für ein Unternehmen vor?

Eingehend sollen jetzt die Arbeiten untersucht werden, die den Anspruch eines weitgehend vollständigen systemdynamischen Unternehmensmodells haben, unabhängig von einer Dokumentation der Gleichungen zur Reproduktion der Simulationsergebnisse.

FORRESTER liefert in seinem Standardwerk bereits eine erste betriebswirtschaftliche Untersuchung. Der Fokus liegt auf der Betrachtung von Produktions-

[163] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.153).

und Lagersystemen. Der Fluß von Material und Gütern von der Fabrik über Distributoren zum Endkunden wird mit Hilfe von Bestands- und Flußgrößen modelliert, um mit geeigneten Entscheidungsregeln eine möglichst optimale Produktverfügbarkeit sicherzustellen.[164] Damit entwickelte FORRESTER ein einfaches Modell für Produktion und Vertrieb, wobei monetäre Aspekte außerhalb der Betrachtung bleiben. Er selbst zeigt bereits weitere Ausbaumöglichkeiten des Modells, indem er dynamische Zusammenhänge von Markt- und Wachstumsprozessen, Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, Organisationsaspekten, monetären Größen sowie von Wettbewerbseinflüssen beschreibt.[165] Positiv fällt auf, daß die Größengleichungen vollständig dokumentiert sind und die Simulationsergebnisse damit reproduzierbar werden. FORRESTER schließt mit einem Ausblick auf Einsatzmöglichkeiten von System Dynamics in der Managementausbildung.[166] Dazu zählen auch Managementsimulatoren, die auf systemdynamischen Modellen basieren. Allerdings sind die dahinterstehenden Modelle häufig in einer Black-box enthalten, so daß sich deren Qualität und Umfang nicht untersuchen und wissenschaftlich verwerten lassen.[167] Die Möglichkeiten, durch „gläserne" systemdynamische Modelle dem Nutzer Einblicke in das System und dessen Strukturen zu geben, werden nur vereinzelt betont.[168]

Nach der grundlegenden Arbeit von FORRESTER stellt das Modell von ZAHN aus dem Jahr 1971 bis heute einen herausragenden Beitrag zur systemdynamischen Modellierung ganzer Unternehmungen dar.[169] Sein grundlegendes Ziel liegt in der Untersuchung von Wachstumsprozessen von Unternehmen. Nach einer allgemeinen Analyse des Wachstumsphänomens und einer Diskussion der unterschiedlichen strategischen Möglichkeiten, Wachstum zu erreichen, entwickelt ZAHN schließlich ein systemdynamisches Modell eines produzierenden Idealunternehmens, welches alle relevanten Unternehmensbereiche in Gleichungen abbildet. Verwendung findet der zur damaligen Zeit einzigartige DYNAMO-Compiler, mit welchem sich systemdynamische Modelle berechnen lassen.[170] Zur Abbildung des Unternehmenssystems strukturiert ZAHN das Unternehmen in einzelne Sektoren, in denen die jeweiligen Modellgrößen formuliert werden. Dazu zählen der

---

[164] Dieses Anwendungsgebiet wird häufig als anschauliches Beispiel für komplexe und dynamische Systeme verwendet, um Einsteigern die Grundgedanken und maßgeblichen Elemente von System Dynamics nahezubringen. Das Beer-Game ist die bekannteste Variante. Näheres bei: Sterman, J.D (1989).

[165] Vgl. Forrester, J.W. (1961, S.311-343).

[166] Vgl. Forrester, J.W. (1995, S.15).

[167] Untersuchungen dazu finden sich bei: Davidsen, P.I. (1994), Senge, P.M. / Sterman, J.D. (1992), Senge, P.M. / Lannon, C. (1990), Graham, A.K. / Morecroft, J.D.W. / Senge, P.M. et al. (1992).

[168] Vgl. Berendes, K. (2002, S.63).

[169] Zahn, E. (1971).

[170] Aufgrund der stark eingeschränkten Rechnerkapazitäten ließen sich zunächst nur am MIT und später in Darmstadt entsprechende Modellentwicklungen und Tests durchführen. Heute läßt sich systemdynamische Software zur Modellierung und Simulation extrem komplexer Systeme auf jedem Standard-PC installieren.

Nachfragesektor, in welchem die potentielle Nachfrage auf Aktivitäten des Unternehmens abgebildet wird und der Produktionssektor, welcher den eigentliche Produktionsprozeß beinhaltet und darüber hinaus Lagerung und Verkauf umfaßt. Der Kapazitätssektor zeigt investitionsbezogene Aspekte des Unternehmens und der Personalsektor beschreibt sämtliche Personalelemente des Unternehmenssystems. Ein Allokationssektor der Managementkapazitäten generiert nachfrageseitige Reaktionen auf Managementaktivitäten und der FuE-Sektor veranschaulicht im Modell die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Unternehmen. Der Finanz- und der Erfolgssektor repräsentiert die finanzielle Sphäre. Der Wachstumssektor dient zur Demonstration von Entscheidungen, die auf Wachstumsprozesse des Unternehmens wirken. Ein exogener Sektor gibt Einflüsse von außen als Zufallsgrößen wieder. Schließlich wird das Modell in einer Ausbaustufe durch einen Konkurrenz- und Konzentrationssektor erweitert. Darin erfolgt die Betrachtung von Marktschranken und die Auswirkung von Unternehmenskonzentrationen durch Fusionen.[171]

Durch diese Aufzählung wird ersichtlich, daß das Modell alle wichtigen Funktionsbereiche beinhaltet und somit als ein systemdynamisches Gesamtunternehmensmodell bezeichnet werden kann. Nachdem ZAHN für jeden Modellsektor die zugrundeliegenden Kausalzusammenhänge erläutert, erfolgt die mathematische Formulierung des Modells. Dabei werden erneut für jeden Sektor einzeln die Gleichungen entwickelt und fortwährend Annahmen zum modellierten Unternehmen getroffen, die sich auf die Größengleichungen auswirken. Bemerkenswert ist, daß einige Größen im Modell hinsichtlich ihres Effekts sehr umfangreich und exakt beschrieben und modelliert werden. Insbesondere der Personalsektor wird durch die Unterteilung in Wissenschaftler, Ingenieure, Arbeiter und Manager sehr detailliert aufbereitet und aufgrund der Einbindung von Ausbildungsprozessen in seiner Komplexität stark ausgedehnt.[172] Durch eine Vielzahl geeigneter Multiplikatorgrößen findet darüber hinaus eine explizite Berücksichtigung von Personaleffizienz statt. Im Gegensatz dazu erfolgt bei der Nachfrage eine einfache Extrapolation.[173] Die Zahl potentieller Kunden als Auslöser des Bedarfs, das inzwischen stark im Rahmen des Customer-Relationship-Management diskutierte Thema einer langfristigen Kundenbindung, Aspekte der Kundenzufriedenheit und des Service werden hingegen bei ZAHN außer Acht gelassen.

Von genereller Bedeutung ist die im Modell umgesetzte permanente Prognosefunktion. Auf Basis durchschnittlicher Bestell- und Produktionsraten erfolgt eine Planung und Durchführung von Investitionen und weiterer Maßnahmen zur Ressourcenbeschaffung. Analog wird mit rückläufigen Entwicklungen umgegangen. Durch erneute Verwendung von Multiplikatoren lassen sich die Auswirkungen umsetzen.[174]

---

[171] Vgl. Zahn, E. (1971, S.121).

[172] Vgl. Zahn, E. (1971, S.144-181).

[173] Vgl. Zahn, E. (1971, S.130).

[174] Beispielsweise gibt ein Multiplikator wieder, in welchem Maße eine Änderung der Wachstumsrate eingehender Aufträge einen Personalabbau bei Arbeitern beeinflußt: vgl. Zahn, E. (1971, S.149).

Aus monetärer Sicht sind ebenfalls alle wesentlichen Größen zur Bestimmung des Unternehmenserfolgs enthalten. Insbesondere liquiditätsrelevante Aktivitäten wurden exakt abgebildet, um ein möglichst genaues Spiegelbild des Cash-flow und des Zahlungsmittelbestandes zu ermöglichen. Es fehlt jedoch eine kapitalorientierte Betrachtung. Weder werden Anlage- und Umlaufvermögensgrößen in ihrer Höhe abgebildet, noch finden Abschreibungen auf Anlagevermögen Eingang in das Unternehmensmodell von ZAHN. Somit lassen sich keine Aussagen zu Kapitalrenditen ableiten. Dies ist jedoch in der modernen Betriebswirtschaftlehre mit Kennzahlen wie ROI, ROCE oder Eigenkapitalrendite üblich. Schließlich läßt sich noch feststellen, daß in der Praxis zweifellos vorhandene Effekte wie natürlicher Preisverfall durch Lernkurven oder die Reduzierung von Marketingkosten bei ZAHN keinen Einfluß auf den Preis und die Absatz- bzw. Nachfragemenge haben. Der Preis wird für den Simulationszeitraum konstant gesetzt, gleiches gilt für alle Kostengrößen.[175] Dies ist insbesondere bei den Personalkosten realitätsfern, was die Notwendigkeit einer Abbildung von Preiserhöhungen im Modell noch stärker verdeutlicht. Besonders positiv hervorzuheben ist die Umsetzung von „Finanzierungsschranken". Ausgehend von der Liquiditäts- und Ergebnissituation ergeben sich Budgets, die einem angestrebtem Wachstum bei Personal und Investitionen Grenzen setzen.[176] Dies ist nachvollziehbar und realitätsnah. Gleichfalls positiv zu würdigen ist die Entwicklung und Einführung neuer Produkte im Unternehmen, so daß auch dem Konzept der Lebenszykluskurve Rechnung getragen wird.

ZAHN stellt schließlich die Basissimulation vor und untersucht relevante Größen wie die Nachfrage, den Umsatz, eine Rentabilitätsgröße und die Kapazität hinsichtlich ihres historischen Verlaufs. Die Unternehmensentwicklung ist von einem stabilen Wachstum geprägt.[177] Anschließend erfolgen unterschiedliche Szenariobetrachtungen. Es werden u.a. Nachfrageschwankungen, Verzögerungen bei Zahlungen und im FuE-Fortschritt sowie längere Ausbildungszeiten angenommen, im Modell umgesetzt und erneut simuliert. Es erfolgt die Diskussion der Auswirkungen auf den Wachstumsverlauf im Vergleich zum Basisszenario.[178]

Zusammenfassend läßt sich die Arbeit und das Modell von ZAHN als außerordentlich umfangreiches systemdynamisches Gesamtunternehmensmodell beschreiben. Es findet eine komplette Vorstellung der formulierten Modellgleichungen und eine ausführliche Diskussion zu den Möglichkeiten der Simulation alternativer Szenarien statt. Teilweise erfolgt die Modellierung einzelner Sektoren und der darin befindlichen Größen sehr exakt, andere, vom heutigen Stand der Betriebswirtschaftslehre ausgehend interessante Größen fehlen jedoch. An diesen Stellen kann ein Ausbau des Modells von ZAHN erfolgen. Schließlich erlaubt die heute verfügbare moderne Software eine beschleunigte Modellierung eines mit ZAHN vergleichbaren und in einigen Teilen erweiterten Modells. Die Analyse und Darstellung der Simulationsergebnisse kann in außerordentlichem Maße verbessert werden.

---

[175] Vgl. Zahn, E. (1971, S.219).
[176] Vgl. Zahn, E. (1971, S.208-218).
[177] Vgl. Zahn, E. (1971, S.257-258).
[178] Vgl. Zahn, E. (1971, S.262-344).

Einen umfangreichen betriebswirtschaftlichen Beitrag zu systemdynamischen Modellen veröffentlichte COYLE 1977. Nach einer Darstellung der Grundlagen von System Dynamics zeigt er ein Wirkungsdiagramm für ein Produktions- und Lagersystem. Es bildet einen Ausschnitt eines beispielhaften Unternehmens ab und verdeutlicht die Abhängigkeiten zwischen Produktion und Fertiglager. Im Mittelpunkt stehen stoffliche Größen und Informationsflüsse. Das Wirkungsdiagramm wird in systemdynamische Gleichungen überführt und ausgebaut.[179] Später finden auch monetäre Größen wie Produktpreis, Umsatz und Profit Berücksichtigung.[180] Allerdings ist die Gewinnermittlung durch einfach formulierte Größen wie monatliche Durchschnittskosten erreicht worden.[181] Eine Ableitung dieser Kosten aus stofflichen Materialeinsätzen erfolgt nicht. Im Fortgang wird der Anlagevermögens- und der Zahlungsmittelbestand auf Basis von angenommenen Verkaufszahlen und Investitionen und Abschreibungen in Gleichungen erfaßt. Insofern liegt hier ein einfaches Finanzmodell vor, in welchem die Verknüpfung zu stofflichen Modellgrößen jedoch unterbleibt. Als Ergänzung werden bei COYLE schließlich in Fallstudien Partialmodelle entwickelt und diskutiert. Neben je einem Modell zur Produktionsplanung und zur kurzfristigen Kapazitätsanpassung wird ein separates Modell zur finanziellen Unternehmensplanung erläutert.[182] Bei diesem handelt es sich ebenfalls um ein rein finanzielles Modell zur Bilanzsimulation. Erneut werden als Eingangsgrößen angenommene Produktionsraten verwendet, deren Herkunft im Modell nicht abgebildet wurde. Die Überleitung zu den monetären Größen erfolgt erneut nur mit angenommenen Durchschnittskosten.[183] Schließlich werden mit diesem Modell verschiedene Investitionspolitiken in Bezug auf ihre Auswirkungen auf die Bilanz und auf den Finanzmittelbestand untersucht. Personelle oder kapazitive Größen und daraus resultierende Restriktionen bleiben generell außerhalb der Betrachtung. Von einem umfassenden Unternehmensmodell läßt sich bei diesen Modellen nicht sprechen. Es ist positiv zu würdigen, daß auch bei COYLE sämtliche Modellgleichungen dokumentiert werden. Im Vergleich zum Modellumfang von ZAHN sind die Arbeiten von COYLE jedoch unzureichend.[184]

Einen bekannten Beitrag zur systemdynamischen Modellierung ganzer Unternehmen publizierte LYNEIS im Jahr 1980. Die Zielsetzung des Modells findet sich bereits im Titel: „Corporate Planning und Policy design".[185] Mit Hilfe eines systemdynamischen Unternehmensmodells sollen im Rahmen von Planungsaufgaben verschiedene Entscheidungsregeln analysiert und auf ihre Auswirkung im dynamischen Unternehmenssystem getestet werden.

---

[179] Vgl. Coyle, R.G. (1977, S.205-237).

[180] Vgl. Coyle, R.G. (1977, S.247).

[181] Vgl. Coyle, R.G. (1977, S.248).

[182] Vgl. Coyle, R.G. (1977, S.281).

[183] Vgl. Coyle, R.G. (1977, S.336).

[184] Auch im 1996 erschienenen Lehrbuch zu System Dynamics zeigt Coyle keine qualitative Erweiterung des Unternehmensmodells. Statt dessen werden Modelle rein sozialer System auf Optimierungsmöglichkeiten überprüft: Coyle, R.G. (1996).

[185] Lyneis, J.M. (1980).

Es gilt, Fehlentscheidungen und Fehlplanungen zu vermeiden, die durch die hohe Komplexität und mangelnde Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen unterschiedlichen Funktionsbereichen des Unternehmens entstehen.[186] Die Simulationsergebnisse des Modells wurden über 10 Jahre der Entwicklung eines realen Unternehmens gegenübergestellt, wobei lediglich die Marktnachfrage und die Faktorpreise für Arbeit, Kapital und Material als Dateninput verwendet wurden.[187]

LYNEIS ordnet die Kapitel nach einzelnen dynamischen Systemzusammenhängen. Zunächst findet sich auch hier das immer wiederkehrende und ähnlich konstruierte Modell eines Produktions-Lager-Absatz-Systems. Er erläutert die Instabilität durch verschiedene Simulationsläufe. Schließlich werden unterschiedliche Entscheidungsregeln getestet, um das Systemverhalten im Lager zu verbessern. In gleicher Weise werden Forecasts und Lieferantenengpässe in ihrer Wirkung auf das Lagersystemverhalten durch Simulation überprüft. Es werden alternative Entscheidungsregeln programmiert, um das System positiv zu beeinflussen und auftretende Störeinflüsse zu minimieren. Neben der Forecast-Funktion wurde nach ZAHN erstmals auch im englischsprachigen Raum ein separates Personalmodul programmiert, in welchem die Anforderungen aus der Produktion ermittelt und mit dem aktuellen Personalstand abgeglichen werden. Entsprechend kommt es zu Einstellungen und Kündigungen.[188] Besonders bemerkenswert ist die umfangreiche Modellierung der finanziellen Sphäre. Es werden nahezu alle Positionen der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung in Gleichungen vorgestellt.[189] Schließlich erfolgt noch die Modellierung des Kapitalbeschaffungssektors. Bei einem Überblick über die abgebildeten Simulationsergebnisse ist jedoch feststellbar, daß diese fast ausschließlich auf das Produktions-Lager-System und dessen geändertes Verhalten abzielen. Die Simulationsergebnisse der monetären Größen *return on sales* und *net profit* und einiger Renditekennzahlen werden nur kurz im Rahmen des monetären Modellsektors mit wenigen Abbildungen gezeigt und miteinander verglichen.[190] Auch fehlen Umsatz- und weitere monetäre Schlüsselgrößen, um die Simulationsergebnisse zumindest intuitiv auf Richtigkeit zu prüfen. Die Entwicklung der Personalzahl wäre ebenfalls von Interesse. Die Auswirkungen aller anderen Entscheidungskonstellationen werden nicht mit Blick auf die finanziellen Ergebnisse diskutiert. Entscheidungen und Politiken erscheinen bereits vorteilhaft, wenn sich allein das Verhalten des Lagersystems verbessert. Daher macht die Arbeit von LYNEIS den Eindruck einer rein auf Produktions- und Lageroptimierungspolitiken ausgerichteten Untersuchung. Monetäre Zielstellungen als wichtigste Elemente bei einer langfristigen Unternehmensplanung bleiben nahezu vollständig außerhalb der Betrachtung. Zudem erscheint es schwierig, anhand der vorgestellten Modellteile komplette Unternehmensstrategi-

[186] Vgl. Lyneis, J.M. (1980, S. xiv).

[187] Vgl. Lyneis, J.M. (1980, S.30).

[188] Dieser Zusammenhang wird im Kapitel 3 im Abschnitt zum Produktionssystem ausführlich diskutiert.

[189] Vgl. Lyneis, J.M. (1980, S.256-295).

[190] Vgl. Lyneis, J.M. (1980, S.295-301).

en abzubilden, zumal mit dem FuE-Sektor ein wichtiger Teil innerhalb des Unternehmens unberücksichtigt blieb. Bestimmte Produktionsstrategien wären hingegen mit dem Modell überprüfbar. Bei der Würdigung der Arbeit von LYNEIS ist ein aktueller Beitrag von SCHWARZ/MAYBAUM zu erwähnen. Darin wurde der Versuch unternommen, das in DYNAMO programmierte Modell entsprechend den publizierten Gleichungen in Powersim nachzubilden und die Simulationsergebnisse nachzuvollziehen. Dies gelang für einzelne Modellsektoren. Die Verbindung zu einem Totalmodell blieb jedoch erfolglos, da die generierten Simulationsläufe fragwürdige Ergebnisse lieferten. Es liegt die Vermutung nahe, daß das von LYNEIS publizierte Modell kein vollständiges Unternehmensmodell ist, sondern sich vielmehr aus einzelnen, nicht miteinander verknüpften Modulen zusammensetzt. Der Eindruck wird durch das Fehlen von Simulationsläufen des Gesamtmodells noch verstärkt.[191]

WOLSTENHOLME veröffentlichte in seinem Buch zu System Dynamics 1990 ebenfalls ein kleineres systemdynamisches Unternehmensmodell, welches aus einer Fallstudie resultierte.[192] Im Vergleich zu den vorangegangenen Modellen ist es überschaubar. Im ersten Schritt wird auch bei WOLSTENHOLME ein Wirkungsdiagramm für das Unternehmen entwickelt, das allerdings ausschließlich auf das Wertgerüst fokussiert und das stoffliche System mit den Produktionsfaktoren außerhalb der Betrachtung läßt. Damit fehlen auch Stückzahlen in der Produktion als Kostentreiber und jegliche Kapazitätsengpässe. Ein Wachstum wird einfach über eine Umsatzsteigerung generiert, so daß über höhere Gewinne „Investitionen" in Raum- und Personalreduzierung möglich werden. Bei der Modellanwendung liegt dann der Schwerpunkt auf der Untersuchung der Auswirkungen. Dies wird nur durch einfache Annahmen und das Fehlen von Kapazitätsgrößen in der Produktion möglich. Es fehlt die Rückkopplung der eingeleiteten Maßnahmen auf den Absatz bzw. den Umsatz. Dies ist unrealistisch und eine weitere Untersuchung dieses Modell erübrigt sich. Positiv ist lediglich noch zu würdigen, daß hier im Vergleich zu den anderen Modellen die Kostenwirkung des Verwaltungsbereichs (overhead) sowie Flächenkosten berücksichtigt werden und alle Gleichungen im Anhang dokumentiert wurden.

Einen aktuellen Beitrag zur systemdynamischen Unternehmensmodellierung liefert BIANCHI.[193] Nach einer Reihe kleinerer Artikel ohne nähere Modellbeschreibungen betont er durch die graphische Abbildung eines System Dynamics Unternehmensmodells die Möglichkeit, Entscheidungsträgern in kleineren und mittleren Unternehmen durch systemdynamische Modellierung den Wachstumsprozeß verständlich zu machen.

Aus der Darstellung der Bestands- und Flußgrößen sowie der enthaltenen Informationsbeziehungen zwischen den Größen lassen sich Rückschlüsse auf die Modellinhalte bzw. die enthaltenen Gleichungen ziehen. Allerdings erfolgt keine Publikation der Modellgleichungen, so daß das Modell nicht näher wissenschaftlich untersucht und kritisch gewürdigt werden kann. Als Zielsetzung wird bei

[191] Vgl. Schwarz, R. / Maybaum, P. (2000, S.12).
[192] Vgl. Wolstenholme, E.F. (1990, S.87-106).
[193] Bianchi, C. (2002).

BIANCHI hauptsächlich der damit verbundene Lernprozeß hervorgehoben.[194] Der Anwender soll verschiedene Experimente durchführen können, um neben der Untersuchung geeigneter Wachstumsstrategien auch kritische und von Dynamik geprägte Entwicklungen im Vorfeld zu erkennen und entsprechende existenzbedrohende Situationen zu vermeiden.[195] BIANCHI zeigt nach einer ausführlichen Darlegung der Vorteile der systemdynamischen Planung und Simulation für kleine und mittlere Unternehmen das zugrundeliegende systemdynamische Modell sowie einige Simulationsläufe. Es fällt auf, daß eine Vielzahl monetärer Schlüsselgrößen eines Unternehmens enthalten sind. Der besondere Schwerpunkt liegt damit auf der Modellierung der finanziellen Sphäre. Das Modell erlaubt eine vollständige Simulation der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung. Jedoch ist die Abbildung des Unternehmens hinsichtlich seines stofflichen Systems als unzureichend einzuschätzen, da es kein Personal und keine Produktionsmittel sowie daraus resultierend keine Ressourcenengpässe gibt. Elementare Größen wie z.B. die Personalkosten werden ebenfalls nicht berücksichtigt. Statt dessen wird die konstante Größe *unit shipping costs* eingeführt, die offenbar sämtliche, mit dem Prozeß verbundene Kostenarten vereinen soll. Es fehlen Hinweise, woher diese resultiert und welche Annahmen dazu getroffen wurden. Es erfolgt keine Trennung der Material- und Personalkostenbestandteile. Spätestens hier zeigt sich, daß das Modell unvollständig ist und allenfalls als Hilfe bei der Modellierung einer finanziellen Unternehmenssphäre geeignet ist.

Eine weitere aktuelle Forschungsrichtung zu systemdynamischen Unternehmensmodellen findet sich bei SCHWARZ. In dem 2002 erschienenen Lehrbuch zum Controlling erfolgt zunächst die Vorstellung der Methodik der systemdynamischen Modellierung. Nach der Beschreibung der Grundlagen und Vorgehensweisen wird ein elementares Unternehmensmodell gezeigt. Dieses Modell entstammt einer ebenfalls 2002 erschienenen Veröffentlichung von SCHWARZ und SCHÖNEBORN.[196] Das dokumentierte Unternehmensmodell basiert auf den traditionellen Konzepten zur Produktionsfunktion und legt den Schwerpunkt auf die Untersuchung des Zusammenwirkens von Arbeit und Kapital. Es wird ein elementarer Leistungserstellungsprozeß abgebildet und nach Entwicklung des Wirkungsdiagramms in ein systemdynamisches Modell umgesetzt. Enthalten sind stoffliche und monetäre Größen sowie reine Informationsgrößen. Es werden elementare Teile eines realen Unternehmens abgebildet. So finden sich einzelne Größen zur Beschreibung des Realsystems wie z.B. Kunden, Material und Produkte. Auch die finanzielle Sphäre wurde mit Erfolgsgrößen wie Umsatz, Gewinn sowie entsprechenden Kostenpositionen modelliert.

---

[194] Die Beiträge schaffen ein besseres Verständnis von Unternehmensdynamik und daraus resultierenden Problemstellungen. Allerdings fehlen Modellgleichungen oder sonstige Detailbeschreibungen.

[195] Der hier angestrebte Einsatz zeigt heute noch die grundlegende Idee von FORRESTER, System Dynamics zur Managementausbildung zu nutzen: vgl. Forrester, J.W. (1968, S.414).

[196] Schwarz, R. / Schöneborn, F. (2002).

Im Unterschied zur Publikation von BIANCHI sind sämtliche Modellgrößen durch Gleichungen dokumentiert.[197] Auf diese Weise wird das Modell wissenschaftlich verwertbar, denn die erzielten Simulationsergebnisse sind reproduzierbar.

Kritisch ist an diesem Modell die mangelnde Trennung der monetären und stofflichen Sphäre des Unternehmens. Informelle, stoffliche und monetäre Größen werden ineinander überführt, ohne die Sphären exakt zu trennen. Dies kann dann zu Problemen führen, wenn das Modell neben den bereits vorhandenen personellen auch durch materielle Kapazitätsgrenzen erweitert werden soll. An dieser Stelle wäre der in Stück gemessene Bestand an Werkzeugkapazität zwingend von der bilanziellen Bestandsgröße Anlagevermögen zu unterscheiden. SCHWARZ nennt schließlich eine Vielzahl von Ausbaumöglichkeiten, die neben Produktionsbetrachtungen auch Personalentwicklungs- und Customer-Relationship-Aspekte beinhalten.[198].

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Möglichkeiten der Entwicklung und Analyse eines alle relevanten Teilbereiche enthaltenden systemdynamischen Gesamtunternehmensmodells und dessen reproduzierbare Simulation bei weitem nicht ausreichend wissenschaftlich durchdrungen sind. Es zeigt sich ebenfalls, daß die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte im EDV-Bereich hinsichtlich Rechenleistung und Funktionsumfang der Software nicht automatisch zu einer weiteren Verbreitung und Vertiefung der Methode in der Betriebswirtschaftslehre geführt haben. Die Möglichkeiten eines Einsatzes von System Dynamics im modernen Unternehmenscontrolling zu Zwecken der Früherkennung, zu strategischen Planungen, zu Szenarioanalysen sowie zur Unterstützung strategischer Entscheidungen aller Art wurde bis dato faktisch überhaupt nicht erkannt.

---

[197] In Schwarz, R. (2002) ist eine CD beigelegt, die das elementare Unternehmensmodell enthält. Auf diese Weise kann erstmals der Leser Modellexperimente durchführen.

[198] Vgl. Schwarz, R. (2002, S.175).

3 Systemdynamisches Modell eines idealtypischen Unternehmens

3.1 Ausgangspunkt

In diesem Kapitel soll die Möglichkeit eines Entwurfs eines systemdynamischen Modells für ein idealtypisches Industrieunternehmen mit allen wesentlichen Funktionen nachgewiesen werden. Aus diesem Grund wird möglichst realitätsnah ein elementares Maschinenbauunternehmen beschrieben, in seinen dynamischen Zusammenhängen analysiert sowie in ein System Dynamics Modell umgesetzt. Die Untersuchung stützt sich auf eine Reihe logisch aufeinander aufbauender Schritte, die von der verbalen Beschreibung des jeweiligen Systems über das Entwickeln von Flußbildern bis zum Aufstellen der mathematischen Gleichungen reicht.[1] Es werden Systemgrenzen festgelegt und die enthaltenen kausalen Strukturen hinsichtlich ihrer Dynamik eingehend erläutert.

Da kein Unternehmen dem anderen gleicht und jedes sich durch die Branche, die Produkte, den Kundenkreis, die interne Struktur, die Organisation, die Größe und viele weitere Merkmale von anderen Unternehmen unterscheidet, ist es nicht möglich, ein Standardmodell für alle Unternehmen zu konstruieren. Allenfalls ist es in seltenen Fällen denkbar, daß ein bestehendes Unternehmensmodell mit einigen Modifikationen auf ein anderes, vorzugsweise in der gleichen Branche und mit etwa der gleichen Größe tätiges Unternehmen angepaßt werden kann. Grundsätzlich muß jedoch bei einer Anpassung erneut an der Basis begonnen und jeder Modellbaustein bis ins Detail auf Vollständigkeit und Gültigkeit überprüft werden. Dabei ist es möglich, daß bestimmte bereits in anderen Unternehmensmodellen vorkommende dynamische Zusammenhänge und entsprechend umgesetzte Modellbausteine übernommen werden können. Alle nun folgenden Sektoren wurden jedoch neu erarbeitet, sie stützen sich nicht auf ein bereits vorhandenes Modell.

Im ersten Teil wird das zu modellierende Unternehmen realistisch und nachvollziehbar in seiner Branche, Größe, inneren Struktur sowie in seinem Umfeld detailliert beschrieben. Besonderer Wert wird auf qualitative Aussagen gelegt. Weitere für die Modellierung notwendige quantitative Daten des Unternehmens sowie ergänzende Annahmen werden in den Abschnitten zur Szenarioanalyse in

[1] Wolstenholme empfiehlt in ähnlichen Schritten den strukturierten Aufbau von systemdynamischen Modellen: vgl. Wolstenholme, E.F. (1994, S.182).

F. Schöneborn, *Strategisches Controlling mit System Dynamics*
© Physica-Verlag Heidelberg 2004

Kapitel 4 und 5 bzw. in Anhang 2 erläutert. Diese Daten und Informationen sind in der Regel in jedem Unternehmen vorhanden oder schnell zu gewinnen. Andernfalls wären sie durch realistische Annahmen zu ersetzen.

Um die Beschreibung und Modellierung überschaubar zu halten, werden einige elementare Annahmen getroffen werden, die bei der weiteren Arbeit zugrundegelegt werden. Sie werden jedoch so weit gefaßt, daß die gewünschte und für die Praxis interessante Realitätsnähe gegeben ist und daß kein für ein Unternehmen wichtiger Sachverhalt ausgeschlossen wird.[2]

3.2 Rahmenbedingungen und Annahmen

Das Unternehmen ist in der Investitionsgüterindustrie tätig. Der Betriebszweck liegt in der Entwicklung, Fertigung, Montage, dem Vertrieb und Installation einer hochwertigen Spezialmaschine für industrielle Abnehmer. Bei ihr könnte es sich um eine Holzverarbeitungsmaschine, eine Getränkeabfüllmaschine, eine Lackiermaschine, eine Druckmaschine, eine Schleif- oder CNC-Maschine, eine Baumaschine oder eine Verpackungsmaschine handeln. In gewissen Abständen erfährt das Produkt einige Innovationen, die die Produktivität und die Qualität des mit der Maschine produzierten Erzeugnisses verbessern. Diese Spezialmaschine ist das einzige Produkt des Unternehmens und ist durch einen längeren Produktlebenszyklus beim Kunden gekennzeichnet. Die Maschine ist aufgrund ihrer Komplexität im Betrieb gelegentlich störanfällig und bedarf einer regelmäßigen Wartung und Reparatur. Dieser Sachverhalt wird durch den Kunden in gewissen Grenzen akzeptiert. Daher stellt der Service für das Produkt eine weitere Aufgabe innerhalb des Unternehmens dar. Der Vertrieb, die Installation der Maschine und die Serviceleistungen werden ohne externe Unterstützung durchgeführt.

Das Unternehmen agiert seit vielen Jahren international und bewegt sich in einem überschaubaren, moderat wachsenden und in Summe wenig dynamischen Markt mit weltweit einigen etwa gleichgroßen Wettbewerbern. Durch die technische Komplexität des Produktes kann das Eintreten neuer Wettbewerber vollständig ausgeschlossen werden. Entsprechend findet Wettbewerb ausschließlich zwischen den etablierten Anbietern statt. Im allgemeinen hat das Unternehmen über Jahre hinweg einen guten Ruf im Markt entwickelt und ist gut positioniert. Auch in finanzieller Hinsicht kann das Unternehmen als solide eingeschätzt werden. Es bestehen umfangreiche Liquiditätsreserven und Rücklagen, so daß auch trotz anhaltender Verluste nicht sofort ein Bankrott drohen würde. Grundsätzlich findet im Unternehmen nur Auftragsfertigung statt und daraus resultierende Schwankungen in der Lieferzeit werden durch die Kunden in gewissem Rahmen akzeptiert. Die folgende Tabelle faßt die Rahmenbedingungen und Annahmen für das betrachtete Idealunternehmen zusammen.

[2] Auch bei ZAHN erfolgt in ähnlicher Weise eine Beschreibung des angenommenen Modellunternehmens durch Annahmen: vgl. Zahn, E. (1971, S.95).

Tabelle 3.1. Rahmenbedingungen und Annahmen

Unternehmen	Produkt	Markt
nur ein Produkt	Investitionsgut	wenig Dynamik und bisher moderat wachsend
direkter Vertrieb und Service ohne Fremdvergabe	komplex und hochwertig	überschaubar, wenige Wettbewerber gleicher Größe
seit Jahren etabliert und weltweit aktiv	wartungsbedürftig aber langlebig	keine Gefahr des Auftretens neuer Wettbewerber
guter Ruf im Markt und finanziell solide	etwas störanfällig	gewisse Toleranz gegenüber technischer Störanfälligkeit
Auftragsfertigung	längerer Innovationszyklus	gewisse Toleranz gegenüber schwankenden Lieferzeiten

Intern ist das Unternehmen mit einer Linienorganisation aufgebaut. Neben den Bereichen Forschung und Entwicklung, Produktion sowie Vertrieb und Service existieren weitere, als Zentralfunktionen organisierte Abteilungen. Dazu zählen im Verwaltungsbereich die Abteilungen Buchhaltung, IT, Controlling und die Geschäftsleitung als übergeordnete Instanz. Die folgende Abbildung illustriert mit einem Organigramm den organisatorischen Aufbau.

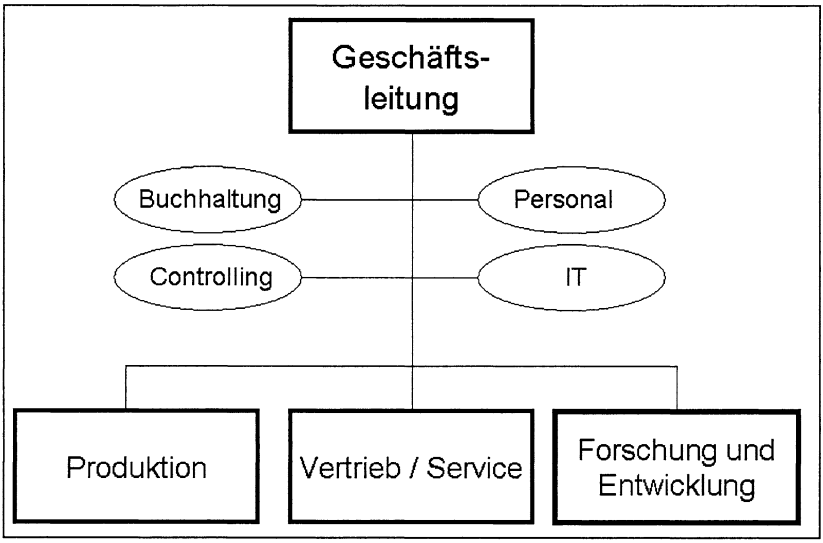


Abb. 3.1. Organigramm Modellunternehmen

Das Unternehmenssystem bedarf zur eingehenden Untersuchung seines Verhaltens einer Strukturierung seiner Elemente und Beziehungen.[3] Um das Modellunternehmen in seinen funktionalen Zusammenhänge als System untersuchen zu können, werden ausgehend vom Organisationssystem einzelne Subsysteme definiert, um ein strukturiertes Vorgehen bei der Modellentwicklung zu ermöglichen:[4]

- Subsystem Markt
- Subsystem Produktion
- Subsystem Vertrieb und Service
- Subsystem Forschung und Entwicklung (FuE)
- Subsystem Verwaltung/Zentralbereiche

Diese Aufteilung orientiert sich im wesentlichen an der Prozeßkette der betrieblichen Wertschöpfung. Der Markt stellt die Nachfrageseite dar, die Bestellungen auslöst. Im Subsystem Produktion erfolgt die Erzeugung des Produkts. Das Subsystem Vertrieb und Service beinhaltet den Absatz des Produktes sowie den Service. Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Entwicklung neuer marktfähiger Produkte werden in einem eigenen Subsystem abgegrenzt. Um organisatorisch und funktionell die Vollständigkeit des Unternehmenssystems zu erreichen, erfolgt schließlich die Untersuchung der Zentral- und Verwaltungsbereiche in einem eigenen Subsystem.[5]

3.3 Elementarsektor Markt

3.3.1 Marktsystem und Marktmodell

Unternehmen bieten Produkte und Dienstleistungen am Markt an. Sie können nur erfolgreich sein, wenn auch ein Markt vorhanden ist, der dieses Produkt nachfragt und dazu bereit ist, ein ausreichend hohes Entgelt zu vergüten. Um Transparenz über die grundlegenden Zusammenhänge zwischen einem Unternehmen als Anbieter des Produktes und dem Markt, welcher durch Kunden verkörpert wird, als Abnehmer zu erhalten, ist es notwendig, die zugrundeliegenden Ursache-Wirkungsbeziehungen zu identifizieren und zu analysieren.

Für das betrachtete Modellunternehmen dient als Startpunkt der Untersuchung die im Unternehmen eingehende Bestellung vom Kunden. Aufgrund der reinen

[3] Vgl. Bleicher, K. (1972, S.236).

[4] Ähnlich verrichtungsorientiert definiert Bleicher als Subsysteme: Beschaffung, Fertigung, Absatz, Forschung und Entwicklung sowie Verwaltung: vgl. Bleicher, K. (1972, S.258-259).

[5] Sowohl bei Zahn, E. (1971) als auch bei Jost, K. (1990) erfolgt die Konstruktion des Modells durch eine Aufteilung des Gesamtmodells in eigene Subsysteme bzw. Sektoren.

Auftragsfertigung löst erst diese die wertschöpfenden Aktivitäten aus. Zunächst wird untersucht, woraus Bestellungen resultieren und wodurch die Anzahl der eingehenden Bestellungen je Periode bestimmt wird.

Bestellungen werden durch bestehende oder neue Kunden ausgelöst. Aus diesem Grund hat die Anzahl der Kunden einen maßgeblichen Einfluß auf die Anzahl der eingehenden Bestellungen. Da es sich im vorliegenden Modellfall um ein Investitionsgut handelt und die Kunden in beliebiger Menge und wiederholt bestellen können, wird an dieser Stelle ausgeschlossen, daß das Produkt maximal einmal und auf Lebenszeit nur einmal an jeden Kunden verkauft werden kann.[6] Die Menge der eingehenden Bestellungen ist damit in jedem Fall vom vorhandenen Kundenbestand abhängig. Da die Kunden im Bedarfsfall auch eine höhere Anzahl an Produkten bestellen können oder die Zeit zwischen zwei Einzelbestellungen im Falle eines Wiederholungskaufs verringert werden kann, ist als zweiter Einflußfaktor die durchschnittliche Bestellfrequenz je Kunde festzustellen. Diese gibt an, wieviel Produkte durchschnittlich von einem Kunden in einem festgelegten Zeitraum bestellt werden. Die folgende Abbildung illustriert diese Zusammenhänge in einem Wirkungsdiagramm.

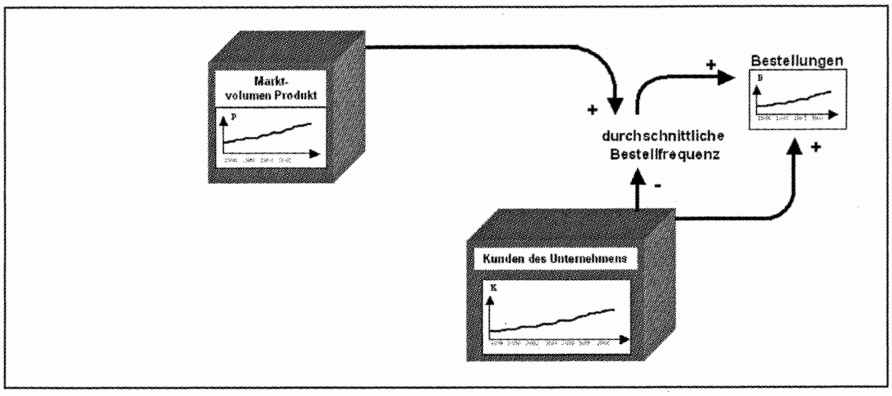


Abb. 3.2. Basisdynamik Bestellungen

Die Zahl der eingehenden Bestellungen pro Periode steigt und fällt mit der Entwicklung des Bestandes an Kunden, sofern die durchschnittliche Bestellfrequenz je Kunde konstant bleibt. Anderseits kann sich die Zahl die Bestellungen auch bei gleichbleibender Zahl an Kunden erhöhen oder verringern. Dies ist der Fall, wenn die Bestellfrequenz als Ergebnis einer Änderung der durchschnittlich bestellten Menge steigt oder sinkt.

[6] Im Falle einer Haftpflichtversicherung kann dem Kunden das Produkt nur einmal verkauft werden, d.h. er braucht tatsächlich nur ein Stück und er wird beim gleichen Unternehmen keinen Wiederholungskauf tätigen. Im Fall kauft eines Autokaufs wird normalerweise genau ein Auto gekauft, der Normalkunde kann aber einen Wiederholungskauf durch den Ersatz des alten Fahrzeug tätigen.

Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich als Schlüsselgröße für die weiteren Aktivitäten die Zahl der im Unternehmen eingehenden Bestellungen. Sie wird im Modell in einer Gleichung durch Multiplikation der jeweils aktuellen *Bestellfrequenz* mit der Zahl der Kunden des Unternehmens ermittelt.

R,1 Bestellungen_t [Produkte/Monat]
$= \text{Bestellfrequenz}_t * \text{Kunden des } U_t$

Da die Entwicklung der *Bestellfrequenz* der Kunden des Unternehmens als auch der des Wettbewerbs identisch sein soll, kann sie durch eine Division von *Marktvolumen* je Periode und *Kundenzahl gesamt* ermittelt werden.

A,1 Bestellfrequenz_t [(Produkte/Monat)/Kunden]
$= \text{Marktvolumen}_t / \text{Kunden gesamt}_t$

Die notwendige Größe *Kunden gesamt* setzt sich einfach aus der Addition der Kundenbestände des Unternehmens und des Wettbewerbs zusammen.

A,2 Kunden gesamt_t [Kunden]
$= \text{Kunden des } U_t + \text{Kunden des } W_t$

Eine Änderung der durchschnittlichen Bestellfrequenz je Kunde resultiert aus einer Änderung des mengenmäßigen Marktvolumens für das Produkt. Dies soll im vorliegenden Fall mit dem Begriff der allgemeinen *Marktentwicklung* abgebildet werden. Hier liegt die Annahme zugrunde, daß sich darin summarisch alle konjunkturellen Einflüsse und das daraus resultierende Investitionsverhalten der Kunden wiederspiegeln. Das mengenmäßige Marktvolumen kann nicht allein durch technischen Fortschritt oder eine höhere Zahl an Funktionalitäten des Produkts vergrößert werden. Marktwachstum findet genau dann statt, wenn Kunden aufgrund guter Auftragslage ihre Kapazitäten erweitern wollen und entsprechend häufiger bestellen oder wenn Dritte in diesen wachsenden Markt eintreten, damit als neue Kunden hinzukommen und Bestellungen auslösen. Ist im Gegensatz dazu ein Schrumpfen des mengenmäßigen Marktvolumens für die betrachtete Spezialmaschine zu verzeichnen, werden die Kunden seltener oder geringere Mengen bestellen. Dies resultiert aus Überkapazitäten beim Kunden. Die durchschnittliche Bestellfrequenz je Kunde und Periode hängt somit von der Entwicklung der Kundenzahl und von der Entwicklung des mengenmäßigen Marktvolumens ab. Die Bestellfrequenz steigt, wenn bei konstanten Marktvolumen die Zahl der Kunden sinkt, d.h. weniger Kunden bestellen die gleiche Gesamtzahl an Maschinen je Periode. Im umgekehrten Fall sinkt die Bestellfrequenz je Kunde, wenn der Absatzmarkt konstant bleibt, jedoch über den Neueintritt von Kunden die Gesamtzahl der Kunden steigt. Bei konstanter Kundenzahl führt ein Ansteigen oder Schrumpfen des Absatzmarktes automatisch zu einem Ansteigen oder Fallen der durchschnittlichen *Bestellfrequenz* je Kunde.

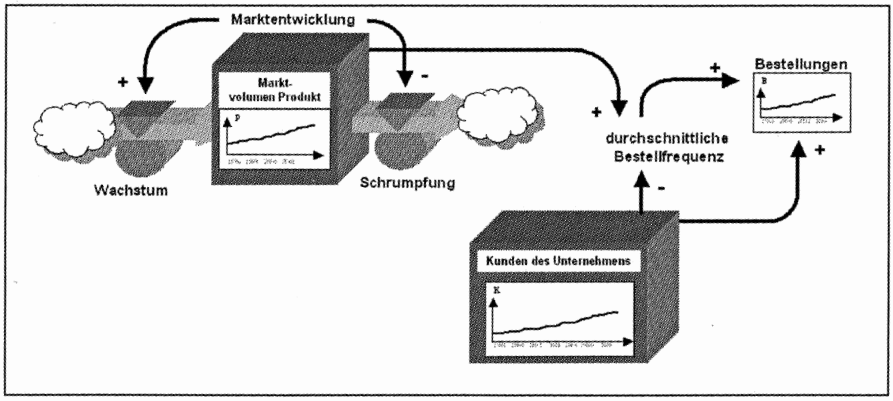


Abb. 3.3. Basisdynamik Marktentwicklung

Auch für das *Marktvolumen* des Erzeugnisses soll die dynamische Gleichung formuliert werden. Unter der Annahme, daß das Volumen an absetzbaren Produkten je Periode im zeitlichen Verlauf entweder zu- oder abnimmt, soll das *Marktvolumen* als Bestand interpretiert und entsprechend im Modell umgesetzt werden. Ein konjunkturbedingtes Wachstum dieses Marktvolumens wird durch einen Zufluß an im Vergleich zur Vorperiode zusätzlich absetzbaren Produkten je Zeiteinheit modelliert. Ein Schrumpfen des gesamten Marktvolumens wird als ein Abgang an bislang abzusetzenden Produkten je Periode betrachtet. Somit ergibt sich als Gleichung für die Modellgröße *Marktvolumen*:[7]

L,1 Marktvolumen_t [Produkte/Monat]
$= \text{Marktvolumen}_{t-1}$
$+ \text{Marktvolumenwachstum}_t$
$- \text{Marktvolumenschrumpfung}_t$

Findet aufgrund der konjunkturellen Entwicklung Wachstum statt, erfolgt lediglich ein Zufluß durch die Modellgröße *Marktvolumenwachstum*. Die Größe *Marktvolumenschrumpfung* ist in diesem Fall 0. Verringert sich das *Marktvolumen* jedoch im Vergleich zur Vorperiode, wird *Marktvolumenwachstum* auf 0 gesetzt und durch die Größe *Marktschrumpfung* erfolgt der das *Marktvolumen* verringernde Abfluß.

Die Formulierung der Modellgrößen *Marktvolumenwachstum* und *Marktvolumenschrumpfung* erfolgt entsprechend nach folgender Vorschrift:[8]

---

[7] Analog modellierten das Wachstum und den Rückgang des Marktvolumens durch eine Bestands-/ Flußgrößenstruktur: vgl. Zahn, E. (1971, S.235 und S.239), Pejic-Bach, M. (2003, S.57).

[8] Die Formulierung erfolgt analog der Powersim-Notation. Die logische Struktur lautet bei der eingesetzten IF-Funktion WENN(BEDINGUNG = WAHR; dann ANWEISUNG_1; sonst ANWEISUNG_2).

R,2 $Marktvolumenwachstum_t$ [Produkte/Monat/Monat]
$= IF(Marktentwicklung_t > 0;\ Marktvolumen_t * Marktentwicklung_t;\ 0)$

R,3 $Marktvolumenschrumpfung_t$ [Produkte/Monat/Monat]
$= IF(Marktentwicklung_t < 0;\ Marktvolumen_t * (-1) * Marktentwicklung_t;\ 0)$

Die in diesen Gleichungen verwendete Eingangsgröße *Marktentwicklung* gibt in Prozent/Monat an, wie sich das *Marktvolumen* ändert. Dieser Wert resultiert für das betrachtete Modellunternehmen aus einer Expertenschätzung bzw. Prognose bezüglich einer zukünftigen konjunkturellen Entwicklung und stellt somit eine reine Inputgröße im Modell dar, die in keiner modellierbaren Abhängigkeit zu einer anderen Größe steht. Bei einem Wert <0 schrumpft das *Marktvolumen* um die entsprechende Prozentzahl bezogen auf das *Marktvolumen* der Vorperiode, bei einem Wert >0 steigt es um die entsprechende Prozentzahl.

Die *Marktentwicklung* wird durch eine graphische Funktion über die *Zeit* definiert und kann nach Belieben im Rahmen von angenommenen Szenarien verändert werden. Damit ist es möglich, die erwartete M*arktentwicklung* auf Basis unterschiedlicher Expertenschätzungen beliebig im Modell festzulegen.

A,3 $Marktentwicklung_t$ [1/Monat]
$= F_{GRAPH}(Zeit)$

Durch GRAPH-Funktionen wird einem bestimmten Wert X graphisch ein Funktionswert Y zugeordnet. Es ergeben sich Wertepaare, mit denen vielseitige nichtlineare Zusammenhänge wie z.B. Sprungfunktionen umgesetzt werden können.[9] In Kapitel 4 und 5 werden verschiedene Szenarien untersucht. Dabei wird auch der für das Modellunternehmen angenommene funktionale Zusammenhang gezeigt.

Um den Einfluß der Zeit auf diese und andere Größen zu bestimmten Zeitpunkten festlegen zu können, wird eine eigene Modellgröße *Zeit* benötigt, die als Funktionswert den Laufindex der aufeinanderfolgenden Simulationsperioden liefert.[10]

A,4 $Zeit_t$ []
= (TIME-STARTTIME)/TIMESTEP

[9] Statt GRAPH-Funktion wird in der systemdynamischen Literatur auch von TABLE- oder TAFEL-Funktionen gesprochen: vgl. Coyle, R.G. (1977, S.145), Graham, A.K. (1980, S.145), Sterman, J.D. (2000, S.552), Zahn, E. (1971, Fußnote S.119 und S.124), Schwarz, R. (2002, S.165).

[10] Die Größe *Zeit* wurde analog der Powersim-Notation umgesetzt. Diese durch Standardfunktionen unterstützte Vorschrift liefert als Funktionswerte bei der Simulation für die Periode 1 den Wert 1, für die Periode 2 den Wert 2, für die Periode 3 den Wert 3 usw.

Als nächstes ist zu klären, woraus die zeitliche Entwicklung der Kundenzahl und das mögliche Eintreten neuer Kunden in den Markt resultiert.

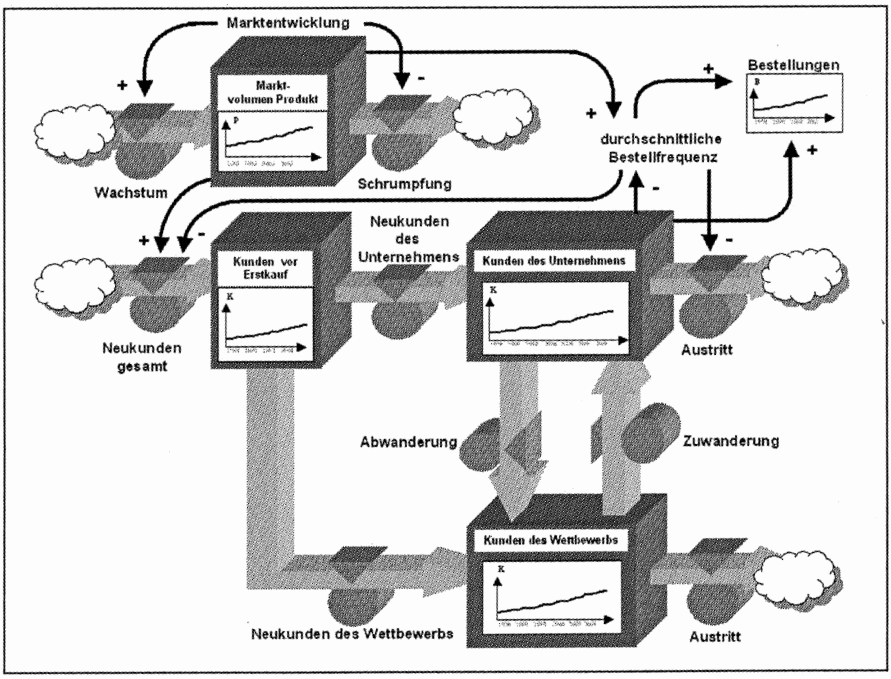


Abb. 3.4. Basisdynamik Kunden

Die Kundenzahl wird als Bestand umgesetzt. Dieser Bestand erhöht sich, indem neue Kunden hinzukommen. Er verringert sich, wenn das Unternehmen Kunden verliert. Aufgrund des Wunsches nach Wachstum ist für das Unternehmen von primärem Interesse, wie neue Kunden hinzukommen können und wie der bestehende Kundenstamm gebunden werden kann. Kunden können auf zwei Arten hinzugewonnen werden. Einerseits treten im Falle eines durch die positive *Marktentwicklung* verursachten *Marktvolumenwachstums* neue Kunden in den Markt ein. Andererseits ist es möglich, *Kunden des Wettbewerbs* zu gewinnen. Damit findet lediglich eine Umverteilung der Kunden zwischen den Unternehmen statt.

Es gilt zu beachten, daß sich der Bestand an *Kunden des Unternehmens* über einen betrachteten Zeitraum auch verringern kann. Es ist möglich, daß eigene Kunden zum Wettbewerb abwandern. Außerdem wird im Falle einer negativen *Marktentwicklung* ein gewisses Maß an eigenen Kunden und entsprechend auch des Wettbewerbs bankrott gehen und als Nachfrager aus dem Markt austreten.

Als dynamische Gleichungen lassen sich die Bestände an Kunden für das Modellunternehmen und den Wettbewerb wie folgt formulieren.[11]

L,2 Kunden des U_t [Kunden]
= Kunden des U_{t-1}
+ Neukunden für U_t
+ Zuwanderung_t
- Abwanderung_t
- bankrotte Kunden U_t

L,3 Kunden des W_t [Kunden]
= Kunden des W_{t-1}
+ Neukunden für W_t
+ Abwanderung_t
- Zuwanderung_t
- bankrotte Kunden W_t

Es soll angenommen werden, daß alle neu auf den Markt eintretenden Kunden innerhalb einer Periode eine Vergabeentscheidung treffen. Dies bedeutet für das Modell, daß die Gesamtzahl aller neu auf den Markt eintretenden Kunden (*Neukunden gesamt*) zunächst in den Bestand *Neukunden vor Erstkauf* eingehen. In der Folgeperiode fließt nach erfolgter Entscheidung ein Teil in den Bestand *Kunden des U* und der vom Wettbewerb gewonnene Teil der Erstkunden in den Bestand *Kunden des W*. Nach welcher genauen Vorschrift dies im Modell erfolgt, wird später in diesem Abschnitt erläutert.

L,4 Neukunden vor Erstkauf_t [Kunden]
= Neukunden vor Erstkauf_{t-1}
+ $\text{Neukunden gesamt}_t$
- Neukunden für U_t
- Neukunden für W_t

Die vorangegangene Abbildung zeigt, daß die Gesamtzahl der in einer Periode neu auf den Markt eintretenden Kunden positiv von Entwicklung des mengenmäßigen *Marktvolumens* abhängt. Je stärker der Markt wächst, desto mehr neue Marktteilnehmer werden angezogen. Gebremst wird dies in gewissem Grad durch die Entwicklung der *Bestellfrequenz* der bereits vorhandenen Kunden. Wenn diese steigt, sinkt die Zahl der neu auftretenden Kunden je Periode, da das Marktwachstum teilweise durch die bestehenden Kunden über eine Kapazitätserweiterung absorbiert wird. Die Gesamtzahl der eintretenden Neukunden ist von der *Marktentwicklung* und von der *Gesamtzahl der Kunden* abhängig. Sollte sich die *Marktentwicklung* deutlich positiv über einen bestimmten *Schwellwert* hinaus

[11] Die Modellierung von Kunden über Bestandsgrößen ist oft anzutreffen: vgl. Warren, K. (2002, S.24).

entwickeln, werden neue Kunden angezogen, die mit dem Produkt produzieren wollen. Der *Schwellwert* wird als konstant angenommen.

C,1 Schwellwert_t [1/Monat]

Auf diese Weise wird ein wachstumsorientierter *Schwellwert* eingeführt, mit dessen Überschreiten durch die *Marktentwicklung* erst potentiell neue Kunden auf das Produkt aufmerksam werden. Deren Zahl ermittelt sich über eine prozentuale *Neukundenquote*, welche sich auf die bisherige Gesamtzahl an Kunden bezieht.

C,2 Neukundenquote_t [1/Monat]

Für die Modellgröße ergibt sich über eine Fallabfrage folgende Vorschrift.

R,4 $\text{Neukunden gesamt}_t$ [Kunden/Monat]
$= \text{IF}(\text{Marktentwicklung}_t > \text{Schwellwert}_t;\ \text{Neukundenquote}_t * \text{Kunden gesamt}_t;\ 0)$

Analog zum Eintreten neuer Kunden ist ebenfalls der Marktaustritt abhängig von der *Marktentwicklung* und dem bereits beschriebenen *Schwellwert*. Dazu wird zur Ermittlung der genauen Zahl analog die Größe *Austrittsquote* eingeführt.

C,3 Austrittsquote_t [1/Monat]

Die Wirkung gilt sowohl für die *Kunden des Unternehmens* als auch für die *Kunden des Wettbewerbs*. Entsprechend werden die Modellgleichungen analog formuliert.

R,5 bankrotte Kunden U_t [Kunden/Monat]
$= \text{IF}(\text{Marktentwicklung}_t < -\ \text{Schwellwert}_t;\ \text{Austrittsquote}_t * \text{Kunden des } U_t;\ 0)$

R,6 bankrotte Kunden W_t [Kunden/Monat]
$= \text{IF}(\text{Marktentwicklung}_t < -\ \text{Schwellwert}_t;\ \text{Austrittsquote}_t * \text{Kunden des } W_t;\ 0)$

Mit der Entscheidung, bei welchem Unternehmen der Erstkauf erfolgt, bestimmen die Neukunden den Zuwachs des jeweiligen Kundenstamms. Eine Abwanderung bereits bestehender Kunden zum Wettbewerb führt automatisch zu einer Erhöhung des Kundenstamms des Wettbewerbs und in gleicher Höhe zu einer Verringerung des eigenen. Eine Zuwanderung von Wettbewerbskunden erhöht im umgekehrten Fall die Zahl des eigenen Kundenstammes und verringert den des Wettbewerbs. Sollten keine Neukunden auftreten und auch keine aus dem Markt austreten, kann von einem 100%-igen Verteilungskampf zwischen den Unternehmen gesprochen werden.

Im nächsten Schritt soll untersucht werden, aufgrund welcher Zusammenhänge die Entscheidung der Neukunden beim Erstkauf basiert und wodurch der Wechsel von Kunden zwischen den anbietenden Unternehmen bestimmt wird. Bei Ausschluß des Zufalls bei der Vergabeentscheidung auf Seiten der Kunden werden diese Änderungen innerhalb des Marktsystems vom Unternehmen selbst oder von den Aktivitäten der Konkurrenz beeinflußt. Als Kriterien zählen der für das Produkt von den Unternehmen verlangte Preis, der Produktnutzen, der durch die technischen Funktionalitäten verkörpert wird, die durch das Unternehmen unternommenen Marketingaktivitäten und die Kundenzufriedenheit der bereits gewonnenen Kunden. Diese ist für einen eventuellen Wechsel eigener Kunden zur Konkurrenz ausschlaggebend. Sie wird beim Kunden durch die aus früheren Geschäftsbeziehungen gewonnene Erfahrung bestimmt und wirkt sich häufig erst zeitverzögert aus. Dies ist der Fall, wenn eine neue Bestellung seitens des Kunden erst nach längeren Zeitintervallen erfolgt und er sich dann aufgrund der Zufriedenheit für oder gegen den bisherigen Lieferanten entscheidet.

In der folgenden Abbildung werden die Kundenzufriedenheit, der Preis, die unternommenen Marketingaktivitäten bzw. die daraus resultierenden Kosten und der Produktnutzen als Gesamtheit der Produktfunktionalitäten und Eigenschaften mit ihren Ursache-Wirkungszusammenhängen zum Subsystem Markt hinzugefügt.[12]

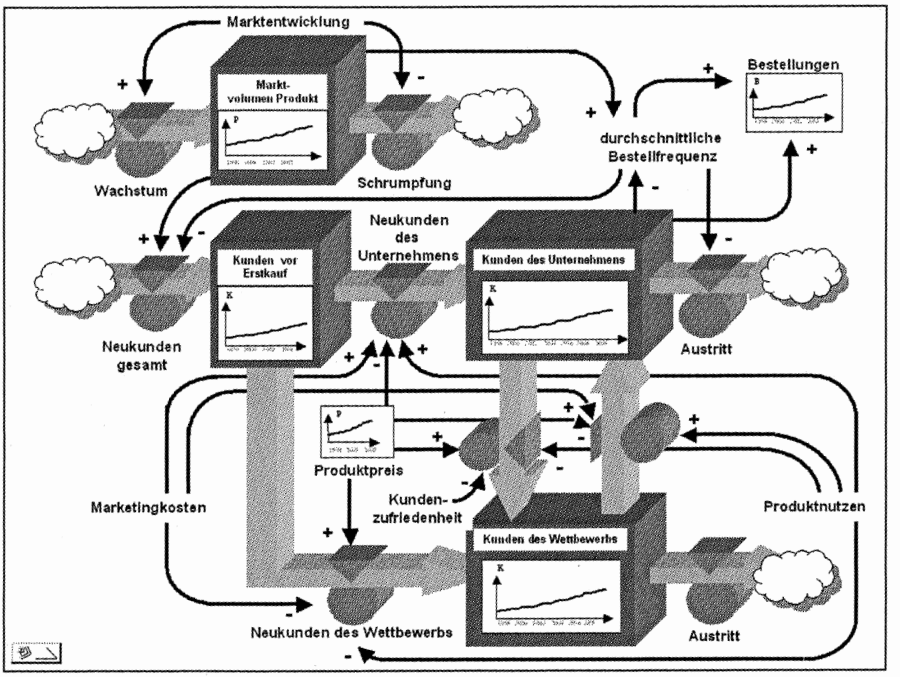


Abb. 3.5. Dynamik Marktsystem

[12] Eine ähnliche Abbildung zur Beschreibung der Kundengewinnung durch Marketingkostenerhöhung zeigt Warren: vgl. Warren, K. (2002, S.266).

Als eine der wichtigsten Größen im System Markt gilt der Produktpreis. Je höher der Preis des Produktes ist, desto mehr Kunden werden bei ihrer Erstinvestition Kunden des Wettbewerbs und desto weniger werden das Produkt im betrachteten Unternehmen bestellen. Je niedriger im umgekehrten Fall der relative Preis angesetzt wird, desto mehr Kunden werden sich für das Produkt des Modellunternehmens entscheiden. Entsprechend weniger neue Kunden bestellen bei einem Wettbewerbsunternehmen. Zudem steigt die Bereitschaft der bereits gewonnenen Kunden zum Wechsel, je teurer das Produkt ist. Analog ist eine höhere Loyalität der eigenen Kunden zu erwarten, wenn der Preis sinkt. Der Preis hat ebenfalls Auswirkungen auf die Kunden der Wettbewerber. Je höher der Preis festgesetzt wird, desto weniger werden bereit sein, den Anbieter zu wechseln. Im Falle eines niedrigeren Preises steigt die Bereitschaft der Kunden des Wettbewerbs zum Wechsel.[13]

Eine weitere Einflußgröße stellt der Produktnutzen dar. Er resultiert aus den technischen Funktionalitäten und Eigenschaften des vom Unternehmen produzierten Erzeugnisses. Je technisch ausgereifter, moderner, funktioneller oder produktiver das angebotene Produkt ist, desto mehr neu auftretende Kunden werden sich für das Produkt entscheiden und desto eher werden Kunden der Wettbewerbsunternehmen zum Wechsel bereit sein. Die bereits vorhandenen Kunden sollten in diesem Fall keinen oder nur noch geringen Anlaß zum Abwandern haben. Ist das Produkt jedoch in seinen Funktionalitäten rückständig und weniger produktiv als Wettbewerbsprodukte, werden zunehmend eigene Kunden abwandern und entsprechend auch weniger neu auftretende Kunden dieses Produkt wählen. Eine Zuwanderung von Kunden des Wettbewerbs dürfte in diesem Fall nahezu auszuschließen sein.

Durch eine Intensivierung der Marketingmaßnahmen des Unternehmens ist es ebenfalls möglich, eine höhere Zahl an neu auf den Markt eintretenden Kunden zu gewinnen sowie mehr Kunden der Konkurrenz zur Abwanderung zu bewegen. Bei diesen Maßnahmen könnte es sich beispielsweise um einen verstärkten Auftritt bei Produktmessen, eine Verstärkung der Vertriebsabteilung oder der sonstigen Werbemaßnahmen handeln.[14]

Schließlich ist die Kundenzufriedenheit zu untersuchen, da sie auf die Höhe der je Periode abwandernden Kunden wirkt. Steigt die Kundenzufriedenheit oder ist sie bereits hoch, werden wenig Kunden zum Wettbewerb abwandern. Sinkt sie oder ist sie bereits niedrig, werden in zunehmendem Maße die vorhandenen Kunden zur Konkurrenz abwandern.[15]

---

[13] Der Wirkung des Produktpreises auf Bestellungen und Marktanteil zeigt in gleicher Weise Bley in einer systemdynamischen Untersuchung zu Marktprozessen: vgl. Bley, K. (1987, S.62-67).

[14] Ähnlich zeigen die Wirkung von verstärkten Marketingmaßnahmen auf den Marktanteil: vgl. Forrester, J.W. (1968, S.88), Roberts, E.B. (1984, S.230), Lieberknecht, J. / Wiedmann, K.P. (1984, S.65).

[15] Töpfer betont die Bedeutung einer Erkennung der Wirkungsbeziehung von Kundenzufriedenheit und Kundenbindung für das Controlling: vgl. Töpfer, A. (1996, S.114).

Auch für diese Wechselwirkungen erfolgt jetzt die Umsetzung in Gleichungen. Als erstes wird ein quantitativer Zusammenhang formuliert, der die Aufteilung der auftretenden Neukunden auf Modellunternehmen und Wettbewerb bestimmt. Dabei müssen Marketingkosten, Produktpreis und Produktnutzen als relevante Einflußgrößen Berücksichtigung finden. Die Herkunft und Erklärung der Größen erfolgt in den Abschnitten zu den anderen Modellsektoren. Da sie im Marktmodell lediglich als Argument benutzt werden sollen, wird auf eine Erklärung in diesem Abschnitt verzichtet. Es soll angenommen werden, daß sich unabhängig von Marketingkosten, Produktpreis und Produktnutzen in jedem Fall ein konstanter Anteil der auftretenden Neukunden für das Produkt des Modellunternehmens entscheiden wird.

C,4 Basissatz NdU_t [1/Monat]

Eine darüber hinausgehende höhere Prozentzahl wird durch die Konstellationen der drei genannten Einflußfaktoren erreicht. Dazu finden erneut GRAPH-Funktionen Anwendung, die in Abhängigkeit der periodisch ermittelten Werte von Marketingkosten, Produktpreis und Produktnutzen einen Prozentsatz zuordnen, der schließlich zu dem feststehenden *Basissatz NdU* addiert wird. Für die Größe *Neukunden für U* wird die folgende Gleichung aufgestellt.

R,7 Neukunden für U_t [Kunden/Monat]
$= (\text{Basissatz } NdU_t + F_{GRAPH}(\text{Produktpreis}_t) + F_{GRAPH}(\text{Marketingkosten}_t) + F_{GRAPH}(\text{Produktnutzen}_t)) * \text{Neukunden vor Erstkauf}_t$

Über den Produktpreis wird graphisch die Prozentzahl zugeordnet, die zusätzlich zu dem *Basissatz NdU* als preisinduzierte Komponente den Zugang an Neukunden des Modellunternehmens determiniert. Generell gilt in der grafisch abgebildeten Funktion, daß aus einer Erhöhung des verlangten Produktpreises eine Verringerung der Prozentzahl resultiert. Der exakte graphische Zusammenhang für das Modellunternehmen wird in Anhang 2 gezeigt. Die Summe der Prozentwerte wird mit der Zahl der *Neukunden vor Erstkauf* multipliziert. Auf diese Weise errechnet sich der vom Unternehmen gewonnene Anteil der am Markt neu auftretenden Kunden.

Da sich alle auftretenden Neukunden binnen einer Periode für ein Produkt bzw. ein Unternehmen entscheiden, läßt sich die Größe *Neukunden für W* einfach als Differenz von *Neukunden vor Erstkauf* und *Neukunden für U* modellieren.

R,8 Neukunden für W_t [Kunden/Monat]
$= \text{IF}(\text{Neukunden vor Erstkauf}_t > 0;\ \text{Neukunden vor Erstkauf}_t / 1\ [\text{Monat}] - \text{Neukunden für } U_t;\ 0)$

Abschließend gilt es im systemdynamischen Marktmodell noch die Größen *Zuwanderung* und *Abwanderung* zu modellieren. Erneut erfolgt die Umsetzung

mit Hilfe von GRAPH-Funktionen, die zunächst Prozentwerte als Zwischenergebnisse für die Berechnung der Flußgrößen liefern.

Für die *Zuwanderung* von Kunden des Wettbewerbs zum Modellunternehmen gelten die gleichen Einflußgrößen wie für die Gewinnung von Neukunden. Es wird auch hier von einer regelmäßigen Basiswanderung der Wettbewerbskunden ausgegangen. Diese kann durch eine Unzufriedenheit dieser Kunden bedingt sein. Zusätzliche Kunden, die bislang beim Wettbewerb bestellten, lassen sich nur durch Wirkung von Marketingkosten, Produktpreis und Produktnutzen gewinnen. Die entsprechende Konstante lautet wie folgt.

C,5 Basissatz Wanderung$_t$ [1/Monat]

Für die *Zuwanderung* ergibt sich daraufhin folgende Größengleichung.

R,9 Zuwanderung$_t$ [Kunden/Monat]
= (Basissatz Wanderung$_t$ + F_{GRAPH}(Produktpreis$_t$) + F_{GRAPH}(Marketingkosten$_t$) + F_{GRAPH}(Produktnutzen$_t$)) * Kunden des W_t

Bei der systemdynamischen Modellierung der *Abwanderung* wird analog verfahren, jedoch ersetzt die Größe *Kundenzufriedenheit* die *Marketingkosten.*[16] Es gilt die Annahme, daß bereits gewonnene Kunden bei einer wiederholten Vergabeentscheidung nicht auf die Höhe der *Marketingkosten* des Unternehmens fokussieren. Statt dessen werden der *Produktpreis*, der *Produktnutzen* und die durch den Service determinierte *Kundenzufriedenheit* bei der Entscheidung berücksichtigt. Die *Kundenzufriedenheit* wird analog dem *Produktnutzen* auf einer dimensionslosen Skala quantifiziert und im Modellsektor Service errechnet. Hier erfolgt auch die Erklärung der relevanten Einflußgrößen.

Grundsätzlich gilt, daß auch im Modellunternehmen regelmäßig Kunden in Höhe des *Basissatz Wanderung* unvermeidlich abwandern. Für die Ermittlung der notwendigen Prozentzahlen dienen wiederum graphische Funktionen.

Abschließend wird als letzte Größe im systemdynamischen Marktmodell die *Abwanderung* mit folgender Gleichung formuliert.

R,10 Abwanderung$_t$ [Kunden/Monat]
= (Basissatz Wanderung$_t$ + F_{GRAPH}(Produktpreis$_t$) + F_{GRAPH}(Produktnutzen$_t$) + F_{GRAPH}(Kundenzufriedenheit$_t$)) * Kunden des U_t

Weitere Einflüsse sind grundsätzlich denkbar. Dabei könnte es sich beispielsweise um einen guten Ruf im Markt, einen Markennamen, Tradition, technische Restriktionen durch Kompatibilitätsprobleme oder um Weiterempfehlungen aller

[16] Den Zusammenhang von Kundenzufriedenheit, Loyalität und Kundenstamms beschreiben: Heskett, J.L. / Jones, T.O. / Loveman, G.W. et al. (1994).

Art handeln. Diese und alle weiteren Faktoren sollen jedoch für den weiteren Verlauf der Untersuchung und Modellierung ausgeschlossen werden.

Grundsätzlich sei darauf hingewiesen, daß alle hier aufgeführten Einflußgrößen in gleicher Weise für die Wettbewerbsunternehmen und deren Aktivitäten im Markt gelten. Auch sie können über den Produktpreis, über Marketingaktionen und Produktfunktionalitäten die Wanderungsbewegungen beeinflussen. Gleichfalls ist in diesen Unternehmen die Kundenzufriedenheit von maßgeblicher Bedeutung für die Sicherung des Kundenbestands.

Bis zu diesem Punkt wurde für das Modellunternehmen schrittweise das Subsystem Markt in seinen dynamischen Wirkzusammenhängen beschrieben. Einige Größen besitzen eine Schnittstellenfunktion und beeinflussen weitere Größen in anderen Subsystemen, auch werden einige von außerhalb bestimmt. So wird die Entwicklung des für die Kunden wichtigen *Produktnutzens* durch die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des Unternehmens determiniert. Dieser Zusammenhang wird im Abschnitt Subsystem Forschung und Entwicklung untersucht. Die *Kundenzufriedenheit* wird durch das Unternehmen selbst beeinflußt. Ihre Determinanten werden im Subsystem Service analysiert.

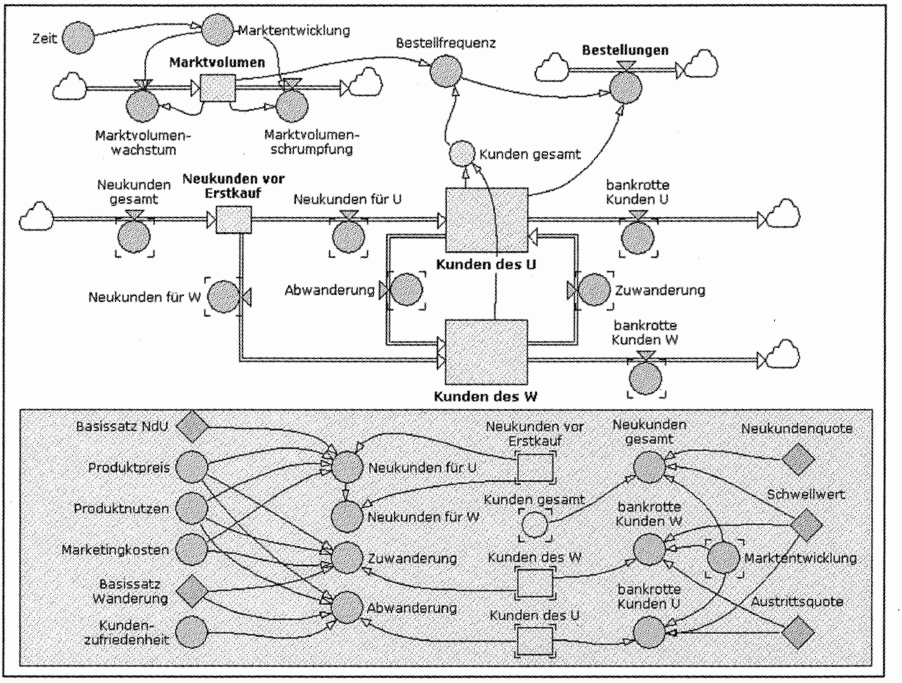


Abb. 3.6. Systemdynamisches Marktmodell

Die graphische Abbildung des Powersim-Modells orientiert sich an der Darstellung des erarbeiteten Subsystems Markt. Auf diese Weise kann die Übertragung der dynamischen Zusammenhänge in ein mathematisches Modell leichter nachvollzogen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt das systemdynamische Modell des Subsystems Markt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde der Teil zur Berechnung der Flußgrößen zwischen den Kundenbeständen abgegrenzt.[17]

3.3.2 Wertsystem und Wertmodell Markt

Das in seinen dynamischen Zusammenhängen erarbeitete und erläuterte Subsystem Markt generiert bereits Wertgrößen sowie einige Daten und Informationen, die im Unternehmen und insbesondere im Controlling von Bedeutung sind.

Der Preis für das Produkt kann durch das Unternehmen selbst beliebig festgelegt werden. Die Bestellungen resultieren jedoch aus den beschriebenen Basiszusammenhängen, in denen auch die Preisgestaltung einen nennenswerten Einfluß hat. Der monetär gemessene Auftragseingang je Periode ist bei konstantem Bestelleingang direkt von der Entwicklung des Produktpreises abhängig. Je höher der *Produktpreis* bei der Bestellung vereinbart wurde, desto höher ist der Auftragswert und somit der Auftragseingang. Im anderen Fall steigt und fällt bei konstantem Preis der monetär gemessene Auftragseingang unmittelbar mit der Zahl der eingehenden Bestellungen je Periode. Es ist festzustellen, daß der Auftragseingang je Periode als eine für das Controlling relevante und äußerst interessante Größe nicht durch Zufall entsteht, sondern aus den systemdynamischen Zusammenhängen des zugrundeliegenden Subsystems Markt resultiert.[18]

---

[17] Aus Gründen einer übersichtlichen Modellierung kann über die Snapshot-Funktion eine Modellgröße mehrfach innerhalb des Modells über eine unsichtbare Verknüpfung verwendet werden, ohne bei jeder Verwendung eine Beziehung zu anderen Größen mit einen Linienverbindung zu zeigen. Ein Snapshot ist in den Modellabbildungen an den vier Ecken um das Größensymbol erkennbar. Die graphische Umsetzung der Modellgleichungen unter Verwendung der systemdynamischen Symbolik erfolgt in der Powersim-Notation.

[18] In Unternehmen gilt der Auftagseingang neben dem Umsatz als eine wichtige Größe für die kurz- bis mittelfristige Kapazitätsauslastung und folglich für die zukünftige finanzielle Entwicklung des Unternehmens. In Bilanzpressekonferenzen und Quartalsberichten von am Kapitalmarkt notierten Unternehmen wird häufig der Auftragseingang je Periode berichtet.

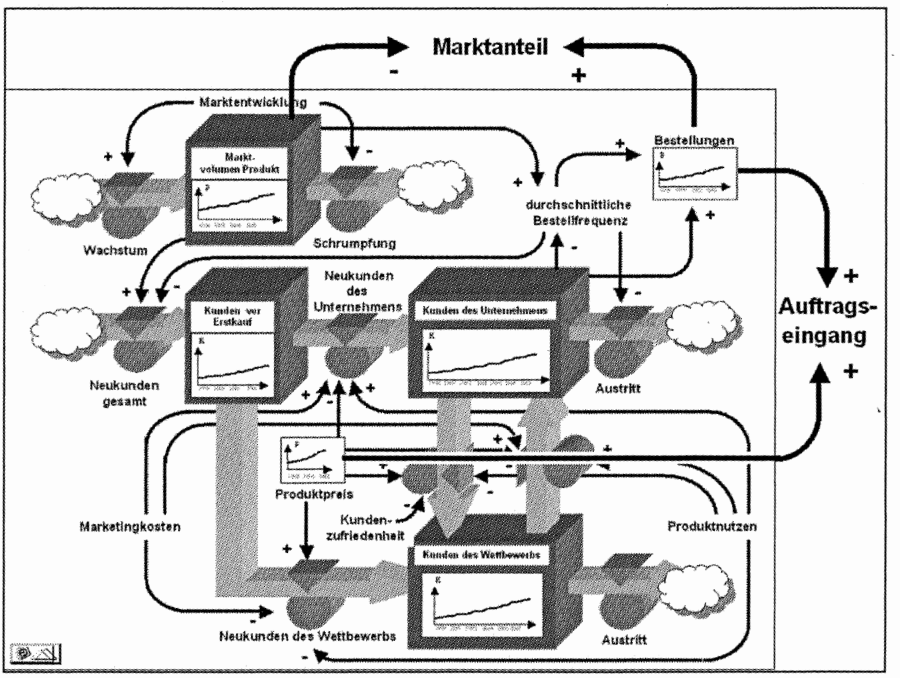


Abb. 3.7. Beziehung Markt- und Wertsystem

Zur Ermittlung des monetär bewerteten *Auftragseingangs* je Periode wird die bereits im Marktmodell verwendete Größe *Produktpreis* mit der Zahl der eingehenden *Bestellungen* multipliziert.

A,5 Auftragseingang_t [Euro/Monat]
$= \text{Bestellungen}_t * \text{Produktpreis}_t$

Auch der mengenbezogene *Marktanteil* als häufig anzutreffende Kennzahl leitet sich aus diesem System ab. Wird das Verhältnis zwischen den im Unternehmen eingegangenen *Bestellungen* und den durch das *Marktvolumen* repräsentierten und damit insgesamt auf dem Markt getätigten Bestellungen je Periode gebildet, ergibt sich der *Marktanteil* und dessen zeitliche Entwicklung ebenfalls über die beschriebenen Zusammenhänge. Steigt das mengenmäßige Marktvolumen bei konstantem Bestelleingang im betrachteten Unternehmen, führt dies automatisch zu einem rückläufigen *Marktanteil*. Im umgekehrten Fall kommt es zu einer Ausweitung des *Marktanteils*. Das *Marktvolumen* geht zurück und die Zahl der Bestellungen bleibt konstant oder steigt. Bei einer Stagnation des Marktvolumens steigt und fällt der Marktanteil mit der Entwicklung der eingehenden Produktbestellungen je Periode. Für die aussagekräftige Größe *Marktanteil* gilt folgende Gleichung.

A,6 Marktanteil_t []
$= \text{Bestellungen}_t / \text{Marktvolumen}_t$

Die folgende Abbildung zeigt die Umsetzung der erläuterten Vernetzung von Markt- und Wertsystem im systemdynamischen Modell. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden bereits verwendete Modellgrößen ohne sektorübergreifende Verknüpfungen dargestellt.

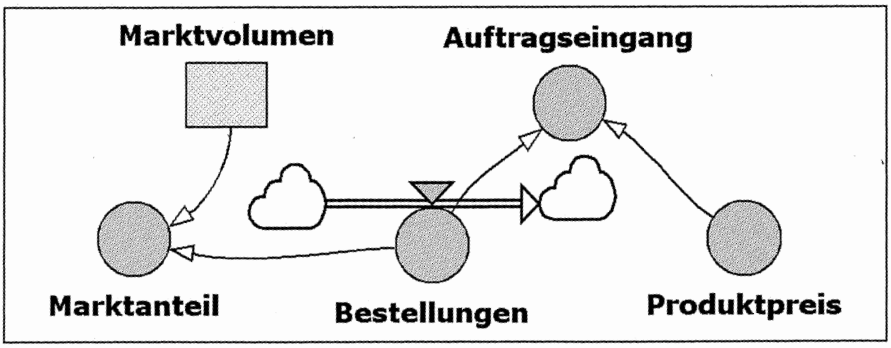


Abb. 3.8. Systemdynamisches Modell der Beziehung Markt- und Wertsystem

In diesem Abschnitt erfolgte sowohl eine Vorstellung des vollständig als systemdynamisches Modell in Powersim umgesetzten Subsystems Markt als auch die Abbildung der sich daraus ergebenden Größen im wertmäßigen Modell. Einige der erklärten Größen werden in weiteren Sektoren erneut Verwendung finden. An entsprechender Stelle erfolgt ein Verweis auf die erstmalige Formulierung. Die im Unternehmen eingehenden *Bestellungen* bilden die Schnittstelle zum Produktionssektor.

3.4 Elementarsektor Produktion

3.4.1 Produktionssystem und Produktionsmodell

Durch die reine Auftragsfertigung des Unternehmens werden wertschöpfende Produktionsprozesse erst dann ausgelöst, wenn Bestellungen für das Erzeugnis eingehen. In diesem Abschnitt soll analog der Entwicklung des Subsystems Markt als zweites Subsystem die Produktion entwickelt werden. Sie bildet den eigentlichen Wertschöpfungsprozeß ab.

Ausgangspunkt für die weitere Analyse ist die Anzahl eingehender Produktbestellungen je Zeiteinheit. Da sich diese Größe als Zufluß interpretieren läßt, wird dieser Sachverhalt entsprechend grafisch abgebildet. Der permanente Zugang an

neuen Bestellungen führt zu einem Bestand an Produktbestellungen.[19] Dieser wird abgebaut, wenn durch eine gestartete Produktion aus den Bestellungen im Unternehmen mit dem ersten direkten Arbeitsschritt abzuarbeitende Aufträge generiert werden.[20]

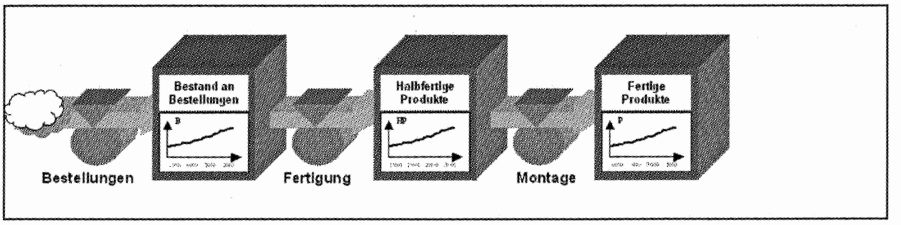


Abb. 3.9. Basisdynamik Produktion

Das Produkt des Modellunternehmens soll in zwei Stufen ohne Ausschuß fehlerfrei erzeugt werden. Zunächst findet eine Fertigung der für das Produkt benötigten Einzelteile statt. Das Produkt besteht ausschließlich aus eigengefertigten Teilen, Komponenten externer Zulieferer werden nicht benötigt. Die Fertigung der Einzelteile soll als erster Schritt zur Abarbeitung des Kundenauftrags betrachtet werden. Die maximal mögliche Fertigung je Periode entspricht aufgrund der reinen Auftragsfertigung im Unternehmen der Zahl der vorliegenden Bestellungen. Dies bedeutet, daß im Falle eines Bestellbestandes von Null auch keine Teile gefertigt werden. Insofern stellen die vollständig gefertigten Einzelteile bereits ein halbfertiges Produkt dar. Deshalb wird der aus der Fertigung resultierende Bestand an Einzelteilen als Bestand an halbfertigen Produkte interpretiert.[21]

Der zweite Produktionsschritt besteht in der Montage der Einzelteile zum fertigen Produkt. Es können nur soviel Endprodukte je Periode montiert werden, für die der aktuelle Bestand an Einzelteilen ausreicht. Durch die Montage der halbfertigen Produkte verringert sich deren Bestand und erhöht den im Unternehmen befindlichen Bestand an Fertigprodukten. Damit ist der Fluß vom Bestelleingang über den Fertigungs- und Montageauftrag bis zur Fertigstellung des Erzeugnisses in der Produktionsstätte vollendet.

Analog zum systemdynamischen Marktmodell wird parallel die Umsetzung der entwickelten Zusammenhänge des Subsystems Produktion in ein systemdynamisches Modell vorgestellt. Den Ausgangspunkt für die Erklärung des Produktionsmodells bildet die Größe *Bestellbestand.* Sie wird auch im Modell als Bestandsgröße formuliert. Die Zahl der im Unternehmen vorhandenen *Bestellungen* erhöht sich durch den Zufluß, der durch die im Subsystem Markt definierte Größe *Bestel-*

[19] Die Modellierung eines Produktionssystems erfolgt häufig ähnlich mit Bestands- und Flußgrößen: vgl. Zahn, E. (1971, S.133).

[20] Im vorliegenden Modellunternehmen werden Stornierungen seitens der Kunden ausgeschlossen.

[21] Sterman bildet in ähnlicher Weise halbfertige Produkte als „work in process inventory" ab: vgl. Sterman, J.D. (2000, S.710).

lungen generiert wird. Ein Abfluß findet statt, wenn durch die gestartete *Fertigung* die vorhandenen Bestellungen abgearbeitet werden.

L,5 Bestellbestand_t [Produkte]
$= \text{Bestellbestand}_{t-1}$
$+ \text{Bestellungen}_t$
$- \text{Fertigung}_t$

Nach dem Prozeß der *Fertigung* liegen die halbfertigen Produkte auf Lager. Insofern stellen die *Halbfertigen Produkte* wieder eine Bestandsgröße dar. Sie nimmt zu, wenn in der Periode weitere Bestellungen über Fertigungsaufträge angearbeitet werden. Sie nimmt ab, wenn die *halbfertigen Produkte* im sich anschließenden Montageprozeß zu *fertigen Produkten* weiterverarbeitet werden. Die Gleichung lautet wie folgt.

L,6 $\text{Halbfertige Produkte}_t$ [Produkte]
$= \text{Halbfertige Produkte}_{t-1}$
$+ \text{Fertigung}_t$
$- \text{Montage}_t$

Die Zahl der *fertigen Produkte* erhöht sich, indem in einer Periode mehr Produkte montiert werden, als durch den Servicebereich installiert werden. Im umgekehrten Fall sinkt sie, wenn mehr Produkte beim Kunden installiert werden, als durch die Montage neue im Fertiglager hinzukommen. Es ergibt sich die folgende dynamische Gleichung.

L,7 $\text{Fertige Produkte}_t$ [Produkte]
$= \text{Fertige Produkte}_{t-1}$
$+ \text{Montage}_t$
$- \text{Installation}_t$

Die Größe *Installation* wurde bereits in die Gleichung aufgenommen, sie bildet die Schnittstelle zum Subsystem Service und wird dort erläutert.

Die stufenweise Abarbeitung eines Auftrags zur Erstellung des halbfertigen und fertigen Produkts ist wesentlich von weiteren Einflußfaktoren und Rahmenbedingungen abhängig. Um ein körperliches Produkt herstellen zu können, wird in entsprechender Menge Material benötigt. Dieses lagert im Regelfall für eine gewisse Zeit im Unternehmen und wird schließlich im Fertigungsprozeß verarbeitet. Die folgende Abbildung ergänzt das Produktionssystem um den restriktiven Einfluß des Materials.

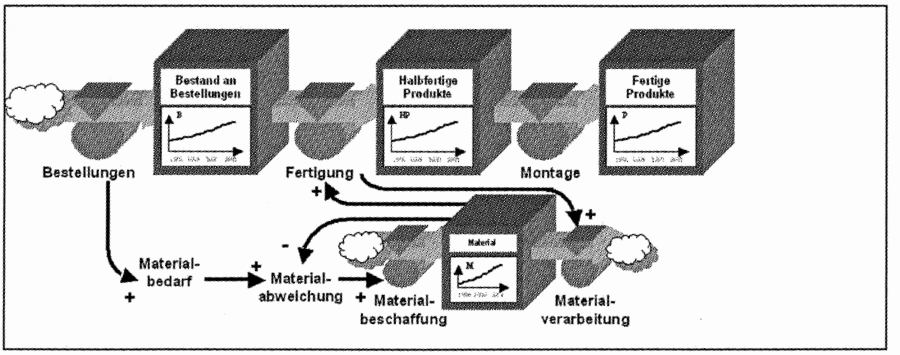


Abb. 3.10. Basisdynamik Material

Im Beispielunternehmen wird angenommen, daß zur *Fertigung* der Einzelteile ausschließlich eine Materialart zum Einsatz kommt. Um den Fertigungsprozeß überhaupt beginnen zu können, muß neben Bestellungen der Rohstoff in ausreichender Menge vorhanden sein. Dies bedeutet, daß losgelöst vom *Bestand an Bestellungen* in einem bestimmten Zeitintervall nur so viele bearbeitet werden können, für die das vorhandene Material ausreicht. Andererseits können mehr Einzelteile in einer Periode gefertigt werden, je größer der Materialbestand im Unternehmen ist. Insofern stellt der Bestand an Material einen ersten restriktiven Einflußfaktor dar, der die Menge an gefertigten Teilen je Periode und somit später die Menge an montierten Produkten beeinflußt. Als Folge der *Fertigung* von Einzelteilen nimmt durch die Materialverarbeitung der *Materialbestand* um so stärker ab, je mehr Einzelteile gefertigt werden. Je weniger Einzelteile gefertigt werden, desto langsamer nimmt der Bestand ab.

Da der Bestand an Material endlich ist, muß eine regelmäßige Beschaffung erfolgen. Ausgehend von der Anzahl der eingehenden Bestellungen wird bestimmt, welche Menge an Material zur Fertigung der bestellten Produkte notwendig ist. Je mehr Bestellungen im Unternehmen eintreffen, desto höher wird der avisierte Materialbedarf. Durch einen Abgleich zwischen vorhandenem und benötigtem Material wird festgestellt, ob und wieviel neues Material bestellt werden muß. Diese Abweichungsgröße ist positiv vom Materialbedarf und negativ vom aktuellen Bestand abhängig. Je mehr Material im Lager liegt, desto weniger muß bei gegebenem Materialbedarf beschafft werden. Umgekehrt bedeutet eine Verringerung des Materialbestandes automatisch eine Erhöhung des zu beschaffenden Materialvolumens. Der Bestand an *Material* wird auch systemdynamisch im Modell als Bestandsgröße abgebildet. *Materialbeschaffung* und *Materialverarbeitung* sind Flußgrößen und ändern die Materialbestandsgröße.

L,8 Material_t [t]

$= \text{Material}_{t-1}$

$+ \text{Materialbeschaffung}_t$

$- \text{Materialverarbeitung}_t$

Als Dimension für das *Material* werden Tonnen [t] definiert. Für die quantitative Bestimmung ist die Einführung einer weiteren Größe notwendig, die den Anteil an Material je gefertigtem Produkt ausdrückt. Da dieser Masseanteil über den Simulationszeitraum konstant bleiben soll, kann diese Größe als Modellkonstante wie folgt formuliert werden.

C,6 Materialanteil_t [t/Produkte]

Die *Materialbeschaffung* erfolgt erst, wenn Aufträge eingegangen sind. Im Modellunternehmen fällt kein Ausschuß an. Insofern wird kein Sicherheitsbestand an Materialen vorgehalten. Auf diese Weise wird die Lagerhaltung vereinfacht, außerdem es gibt keine Verzögerungen zwischen Bestellung des Materials und dessen Anlieferung. Risiken bezüglich des Ausfalls von Lieferanten bestehen ebenfalls keine. Im folgenden kann die Größe *Materialbeschaffung* formuliert werden. Ausgehend von der Zahl der eingehenden *Bestellungen* und dem *Materialanteil* wird ermittelt, wie hoch der Rohstoffbedarf ist. Exakt dieser wird periodisch beschafft.

R,11 $\text{Materialbeschaffung}_t$ [t/Monat]
$= \text{Materialanteil}_t * \text{Bestellungen}_t$

Die Größe *Materialverarbeitung* ergibt sich aus der Multiplikation von *Materialanteil* und *Fertigung*, d.h. aus der Zahl der in der Periode gefertigten und damit halbfertigen Produkte und dem verbrauchten Materialanteil.

R,12 $\text{Materialverarbeitung}_t$ [t/Monat]
$= \text{Fertigung}_t * \text{Materialanteil}_t$

Bevor die Größe *Fertigung* in einer Gleichung formuliert werden kann, müssen die weiteren, neben dem Material die *Fertigung* noch restriktiv beeinflussenden Produktionsfaktoren Werkzeuge und Personal erklärt werden.

Zur *Fertigung* der Einzelteile als auch zur *Montage* des Endprodukts werden im Modellunternehmen hochwertige und in ihrer Kapazität begrenzte Werkzeuge benötigt. Sollten die vorhandenen Werkzeugkapazitäten nicht ausreichen, verbleiben einige Aufträge unverändert im jeweiligen Bestand. Der im Unternehmen befindliche Bestand an Fertigungs- und Montagewerkzeugen wirkt ebenfalls begrenzend auf die Möglichkeiten des Unternehmens, innerhalb eines Zeitintervalls alle anstehenden Fertigungs- und Montageaufträge abzuarbeiten (vgl. Abb. 3.11.).[22]

[22] Eine frühe und rein mengenorientierte systemdynamische Untersuchung zum Wachstum der materiellen Produktionskapazitäten unter Berücksichtigung von Zeitverzögerungen bei steigenden Produktbestellungen findet sich bei: Nord, O.C. (1963).

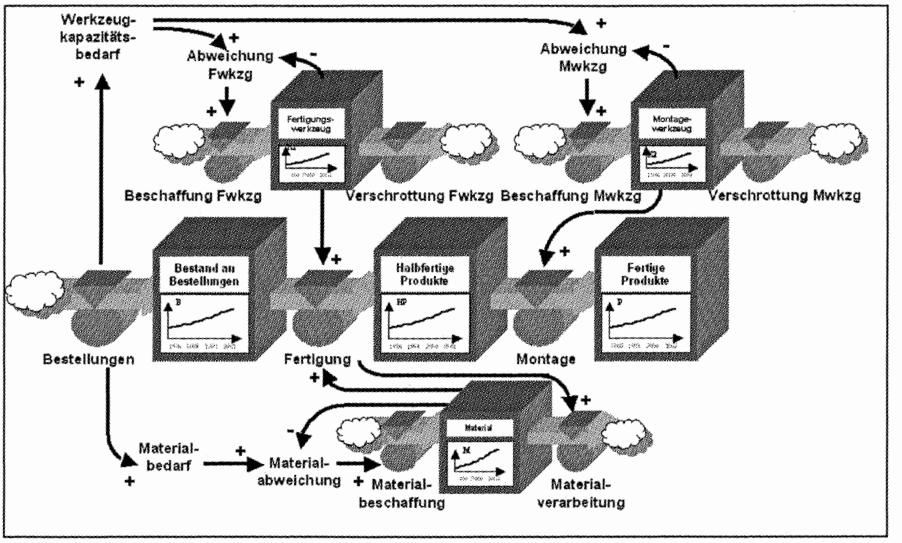


Abb. 3.11. Basisdynamik Werkzeuge

Durch die eingehenden *Bestellungen* läßt sich im Unternehmen der Bedarf an Werkzeugkapazität zur Produktion der gewünschten Menge ableiten und mit der vorhandenen Fertigungs- und Montagekapazität abgleichen.

Reichen diese zur Abwicklung nicht aus, soll davon ausgegangen werden, daß die Negativabweichung durch die Beschaffung weiterer Werkzeuge beseitigt wird. Dabei gilt es, eventuelle Zeitverzögerungen zu beachten, da eine eingeleitete Beschaffung von Werkzeugen in der Regel erst nach einer gewissen Zeitspanne produktiv wirkt. Je mehr Aufträge eingehen, desto höher ist der Bedarf an Fertigungs- und Montagewerkzeugkapazität. Je höher nun der Bestand an Kapazitäten ist, desto geringer werden Beschaffungen zur Kapazitätserweiterung ausfallen. Im umgekehrten Fall müssen um so mehr zusätzliche Werkzeuge beschafft werden, je höher die Abweichung aufgrund einer zu geringen Kapazität ist. Außerdem gilt es zu beachten, daß die vorhandenen Werkzeuge eine begrenzte Lebensdauer besitzen und ein daraus resultierender Rückgang der Kapazität berücksichtigt werden muß.[23]

Nachdem mit dem *Material* die erste Einflußgröße für die *Fertigung* definiert wurde, werden jetzt die *Fertigungs- und Montagewerkzeuge* mit ihren Abhängigkeiten formuliert. Sie bilden jeweils einen Bestand, der durch Beschaffungen erhöht und durch *Verschrottungen* abgesenkt wird.

[23] Der im Modellunternehmen vorhandene Werkzeugbestand kann nicht durch Verkauf verringert werden. Ein Rückgang der Werkzeugkapazitäten erfolgt ausschließlich durch Verschrottung der Werkzeuge.

L,9 Fertigungswerkzeug$_t$ [Fwkzg]
= Fertigungswerkzeug$_{t-1}$
+ Beschaffung Fwkzg$_t$
- Verschrottung Fwkzg$_t$

L,10 Montagewerkzeug$_t$ [Mwkzg]
= Montagewerkzeug$_{t-1}$
+ Beschaffung Mwkzg$_t$
- Verschrottung Mwkzg$_t$

Zur Feststellung der vorhandenen Kapazitäten müssen fertigungs- und montagespezifische Kapazitätsgrößen eingeführt werden. Sie drücken aus, wieviel Aufträge je Fertigungs- bzw. Montagewerkzeug und Periode abgewickelt werden können.

C,7 Kapazität Fwkzg$_t$ [Produkte/Fwkzg/Monat]

C,8 Kapazität Mwkzg$_t$ [Produkte/Mwkzg/Monat]

Zur Ermittlung der Abweichungen zwischen Bedarf und Bestand an Fertigungs- und Montagewerkzeugen werden die Größe *Bestellungen*, der aktuelle Bestand an den Werkzeugen sowie die Kapazitätskonstanten *Kapazität Fwkzg* und *Kapazität Mwkzg* herangezogen.

A,7 Abweichung Fwkzg$_t$ [Fwkzg]
= Bestellungen$_t$ / Kapazität Fwkzg$_t$ -Fertigungswerkzeug$_t$

A,8 Abweichung Mwkzg$_t$ [Mwkzg]
= Bestellungen$_t$ / Kapazität Mwkzg$_t$ -Montagewerkzeug$_t$

In diesen Gleichungen wird durch Division der *Bestellungen* und der Kapazitätskonstanten der Bedarf ermittelt, der sich aus den eingehenden *Bestellungen* ergibt. Sollte dieser größer sein als die Zahl der vorhandenen Fertigungs- bzw. Montagewerkzeuge, ergibt sich ein positiver Wert für die Abweichungsgrößen. Im Falle eines Überschusses an Werkzeugen wird der Wert in der jeweiligen Periode negativ. Die in diesem Fall eingeleiteten Beschaffungen an Fertigungs- und Montagewerkzeugen werden über die folgenden Gleichungen mit einer IF-THEN Funktion formuliert.

R,13 Beschaffung Fwkzg$_t$ [Fwkzg/Monat]
= IF(Abweichung Fwkzg$_t$ < 0; 0 ; Abweichung Fwkzg$_t$) / 1 [Monat]

R,14 Beschaffung Mwkzg$_t$ [Mwkzg/Monat]
= IF(Abweichung Mwkzg$_t$ < 0; 0 ;Abweichung Mwkzg$_t$) / 1 [Monat]

Die Beschaffung neuer Werkzeuge findet genau dann statt, wenn eine negative Abweichung vorliegt. Die Menge der beschafften Werkzeuge entspricht dann exakt der in der Periode festgestellten Negativabweichung.[24]

Aufgrund der begrenzten Lebensdauer der Werkzeuge findet eine regelmäßige Verschrottung der älteren Werkzeuge statt, so daß dieser Sachverhalt bei der Modellierung Berücksichtigung finden muß. Zunächst erfolgt die Festsetzung der durchschnittlichen Nutzungsdauer eines jeden Fertigungs- und Montagewerkzeugs mit eigenen Modellkonstanten.

C,9 Nutzungsdauer Fwkzgt [Monat]

C,10 Nutzungsdauer $Mwkzg_t$ [Monat]

Es wird davon ausgegangen, daß es sich bei der Altersstruktur der Werkzeugbestände um eine ungefähre Gleichverteilung handelt. Dies bedeutet, daß zu Beginn sowohl alte als auch neue Werkzeuge vorhanden sind. Unter Einsatz einer VINTAGE-Produktionsfunktion läßt sich die Verschrottung annähernd genau durch die Division des jeweiligen Werkzeugbestandes mit der durchschnittlichen spezifischen Nutzungsdauer modellieren.[25]

R,15 Verschrottung $Fwkzg_t$ [Fwkzg/Monat]
= $Fertigungswerkzeug_t$ / Nutzungsdauer $Fwkzg_t$

R,16 Verschrottung $Mwkzg_t$ [Mwkzg/Monat]
= $Montagewerkzeug_t$ / Nutzungsdauer $Mwkzg_t$

Neben dem *Material* und den zur *Fertigung* und *Montage* benötigten *Werkzeugen* werden bei den Produktionsschritten zusätzlich Mitarbeiter benötigt, die unter Einsatz der *Werkzeuge* in der *Fertigung* spezielle Tätigkeiten am Material verrichten bzw. die im Montagebereich das Endprodukt zusammenfügen. Ein Wechsel der Mitarbeiter zwischen Fertigung und Montage ist aufgrund der hochgradigen Spezialisierung nicht möglich. Da im Fertigungs- und Montageprozeß für jedes einzelne Produkt eine gewisse Menge an Arbeit durch die Mitarbeiter zu leisten ist, hängt die Menge der gefertigten bzw. montierten Produkte je Zeitintervall als weitere Restriktion noch von den personellen Kapazitäten bzw. direkt von der Zahl der Mitarbeiter ab. Die folgende Abbildung ergänzt die Einflüsse des Fertigungs- und Montagepersonals und vervollständigt das Subsystem Produktion.[26]

---

[24] Es sollen keine beschaffungswirtschaftlichen Restriktionen vorhanden sein. Es existiert kein Verzug zwischen Bestellung und Anlieferung bzw. Inbetriebnahme der neuen Werkzeuge und ein Ausfall der Lieferanten kommt nicht als Risiko in Betracht.

[25] Die VINTAGE-Funktion wird in der systemdynamischen Literatur beispielsweise zu Kapitalproduktivitätsbestimmungen eingesetzt: vgl. Koziolek, H. / Matthes, B. / Schwarz, R. (1988, S.127), Sterman, J.D. (2000, S.498 und S.512).

[26] Eine frühe und rein mengenorientierte systemdynamische Untersuchung zum Wachstum der personellen Produktionskapazitäten unter Berücksichtigung von Zeitverzögerungen

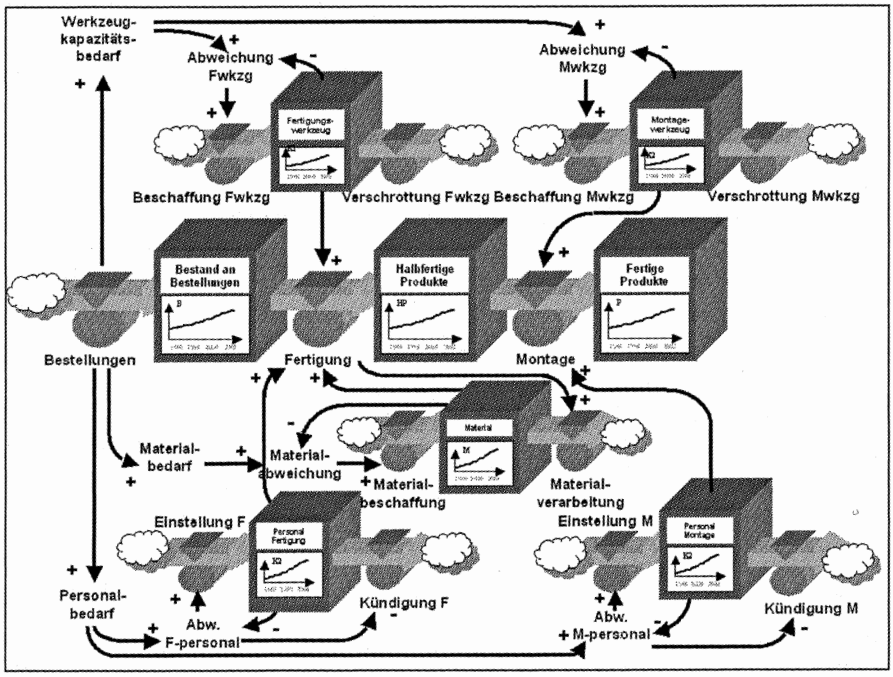


Abb. 3.12. Dynamik des Produktionssystems

Zwar sind in gewissem Maße Mehrzeiten denkbar, dennoch müssen bei einem Anstieg an Bestellungen auch die personellen Kapazitäten erweitert werden. Es kann zunächst auf Basis der eingehenden *Bestellungen* der Bedarf an Personal in *Fertigung* und *Montage* zur Produktion ermittelt werden.[27] Ein Abgleich mit den bestehenden Kapazitäten löst entweder die Einstellung weiterer Mitarbeiter aus oder im Falle einer nachhaltig festgestellten Überkapazität die Kündigung einer entsprechenden Zahl. Es werden um so mehr Mitarbeiter eingestellt, desto größer die Negativabweichung aufgrund einer Zunahme eingehender *Bestellungen* ist. Kündigungen steigen um so stärker, je größer der personelle Überhang ist, der durch Abgleich zwischen Personalbedarf und vorhandener Personalzahl festgestellt wird. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, daß sowohl Suche und Einstel-

bei steigenden Produktbestellungen findet sich bei: Packer, D.W. (1964). Vereinfacht zeigen den restriktiven Einfluß einer Personalbestandsgröße auf die Produktion: vgl. Zahn, E. (1971, S.104-105), Powell, S.G. / Schwaninger, M. / Trimble, C. (2001, S.70).

[27] Zahn unterscheidet im Kapazitätssektor zwischen langfristiger und kurzfristiger Kapazitätsanpassung, Langfristige Anpassungen erfolgen durch die erwartete Nachfrage, Kurzfristanpassungen erfolgen aufgrund von Lieferverzögerungen: vgl. Zahn, E. (1971, S.139).

lung als auch ein eventuell notwendiger Personalabbau nur mit einer bestimmten Zeitverzögerung durchführbar sind.[28]

Die dynamische Gleichung für das *Fertigungs- und Montagepersonal* lautet.[29]

L,11 Fertigungspersonal$_t$ [Mitarbeiter]
= Fertigungspersonal$_{t-1}$
+ Einstellung Fertigung$_t$
- Kündigung Fertigung$_t$

L,12 Montagepersonal$_t$ [Mitarbeiter]
= Montagepersonal$_{t-1}$
+ Einstellung Montage$_t$
- Kündigung Montage$_t$

Während *Einstellungen* den Bestand an Personal erhöhen, wird er durch Kündigungen wieder verringert. Analog zu den Werkzeugen wird erneut eine Kapazitätskonstante für die Mitarbeiter in Fertigung und Montage eingeführt, um Abweichungsgrößen ermitteln und Anpaßmaßnahmen einleiten zu können.

C,11 Kapazität F-personal$_t$ [Produkte/Mitarbeiter/Monat]

C,12 Kapazität M-personal$_t$ [Produkte/Mitarbeiter/Monat]

Ähnlich der Werkzeugmodellierung wird für das Personal die Abweichung zwischen vorhandenem sowie dem sich aus Kapazitätskonstante und *Bestellungen* ergebenden Bedarf ermittelt.

A,9 Abweichung F-personal$_t$ [Mitarbeiter]
= Bestellungen$_t$ / Kapazität F-personal$_t$ -Fertigungspersonal$_t$

A,10 Abweichung M-personal$_t$ [Mitarbeiter]
= Bestellungen$_t$ / Kapazität M-personal$_t$ -Montagepersonal$_t$

Sollte das Personal zur Abarbeitung der Bestellungen ausreichen, ergibt sich in der obenstehenden Gleichung ein negativer Wert. Im Gegensatz dazu wird er positiv, wenn zur Abwicklung der *Bestellungen* mehr Mitarbeiter notwendig wären, als gegenwärtig beschäftigt sind. Folglich findet eine Einstellung genau dann statt,

[28] Ein notwendiges Anlernen oder Produktivitätsunterschiede zwischen den einzelnen Mitarbeitern sollen im Modellunternehmen ausgeschlossen werden.

[29] Die Modellierung der Personalbestandsentwicklung mit systemdynamischen Bestands- und Flußgrößen ist häufig anzutreffen: vgl. Warren, K. / Langley, P. (1999, S.398), Schwarz, R. / Schöneborn, F. (2002, S.16), Warren, K. (2002, S.33).

wenn eine Unterdeckung festgestellt wird. Die Zahl der eingestellten Mitarbeiter entspricht genau der Höhe der personellen Unterdeckung.[30]

R,17 Einstellung Fertigung$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= IF(Abweichung F-personal$_t$ < 0; 0 ; Abweichung F-personal$_t$) / 1 [Monat]

R,18 Einstellung Montage$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= IF(Abweichung M-personal$_t$ < 0; 0 ; Abweichung M-personal$_t$) / 1 [Monat]

Von besonderem Interesse ist der Umgang mit personellen Überhängen im Modell. Es wird angenommen, daß im Falle von Überkapazität im Modellunternehmen sofort eine entsprechende Zahl von Kündigungen vorgenommen wird. Diese Kündigungen führen mit einem *Verzug* zu einem Abbau von Personal. Die Abbildung erfolgt mit einer neuen Modellkonstante.

C,13 Verzug Kündigung$_t$ [Monat]

Die Verwendung der DELAY-Funktion erlaubt die Formulierung der Größen *Kündigung Fertigung* und *Kündigung Montage*.[31]

R,19 Kündigung Fertigung$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= DELAYPPL((IF(Abweichung F-personal$_t$ < 0; -1 * Abweichung F-personal$_t$; 0) / 1 [Monat]); Verzug Kündigung$_t$)

R,20 Kündigung Montage$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= DELAYPPL((IF(Abweichung M-personal$_t$ < 0; -1 * Abweichung M-personal$_t$; 0) / 1 [Monat]); Verzug Kündigung$_t$)

Zweifellos birgt das schnelle Kündigen von Mitarbeitern gewisse Risiken, falls die Nachfrage kurzfristig und unerwartet anzieht. Da jedoch im Modellunternehmen ohne Verzug wieder über Einstellungen reagiert werden kann, wird dies nicht weiter vertieft. Generell können mit Hilfe der systemdynamischen Programmierung beliebige Verzögerungen sowohl auf der Einstellungsseite als auch auf der Kündigungsseite nachgebildet werden. Ohne Schwierigkeiten wäre auch die Modellierung einer natürlichen Fluktuation möglich. Dies würde in ähnlicher Weise

[30] Einstellungen sollen aufgrund bestimmter Arbeitsmarktgegebenheiten sofort möglich sein, es existiert kein Verzug zwischen dem Bemerken des kapazitiven Defizits und dem Wirksamwerden der durchgeführten Einstellung.

[31] Sofern die Größen *Abweichung F-personal* bzw. *Abweichung M-personal* kleiner 0 ist, wird dies über den Faktor (-1) auf einen positive Wert gesetzt und mit der DELAYPPL-Funktion um einen Monat verzögert.

geschehen wie bei der Modellierung der Verschrottung von Fertigungs- und Montagewerkzeugen. Im Modell wird jedoch von einer Null-Fluktuation ausgegangen.[32]

Nachdem die die *Fertigung* restriktiv begrenzenden Produktionsfaktoren *Material*, *Fertigungswerkzeug* und *Fertigungspersonal* im Modell umgesetzt worden sind, kann sie jetzt mit folgender Gleichung abgebildet werden.[33]

R,21 $Fertigung_t$ [Produkte/Monat]
= MIN($Bestellbestand_t$ / 1 [Monat]; $Fertigungspersonal_t$ * Kapazität $F\text{-}personal_t$; $Fertigungswerkzeug_t$ * Kapazität $Fwkzg_t$; $Material_t$ / $Materialanteil_t$)

Diese Vorschrift liefert durch die Verwendung der Minimum-Funktion die Menge an Produkten, die in der betrachteten Periode den größten Engpaß durchlaufen können. Damit wird realen Kapazitätsschranken Rechnung getragen.[34] Die erste Obergrenze wird durch die Zahl der vorhanden *Bestellungen* gegeben, da nur eine reine Auftragsfertigung erfolgt. Die drei weiteren Engpässe ergeben sich aus den vorhanden Personal- und Werkzeugkapazitäten sowie dem begrenzt verfügbaren *Material* im Lager. Es werden nur soviel *Bestellungen* in einen Fertigungsauftrag überführt, für die auch ausreichend Produktionsfaktoren zur Verfügung stehen.

Schließlich wird die Größe *Montage* als zweiter Schritt in der betrieblichen Wertschöpfungskette des Modellunternehmens abgebildet. Mit ihr wird dem restriktiven Charakter der zum Einsatz kommenden Produktionsfaktoren *Montagewerkzeuge* und *Montagepersonal* Rechnung getragen.

R,22 $Montage_t$ [Produkte/Monat]
= MIN(Halbfertige $Produkte_t$ / 1 [Monat]; $Montagepersonal_t$ * Kapazität $M\text{-}personal_t$; $Montagewerkzeug_t$ * Kapazität $Mwkzg_t$)

Es werden genau so viele Produkte in einer Periode endmontiert, wie es die personellen und Werkzeugkapazitäten zulassen. Die Zahl der halbfertigen *Produkte* am Lager stellt die dritte Grenze dar.

In diesem Abschnitt erfolgte die Beschreibung der im systemdynamischen Produktionsmodell verwendeten Größen. Die grafische Darstellung des in Powersim programmierten Modells orientiert sich erneut am Subsystem Produktion, um ein

[32] Weitere kapazitätseinschränkende Sachverhalte wie Krankheit und Produktivitätsunterschiede zwischen den einzelnen Mitarbeiter auch in der Einarbeitungszeit werden ausgeschlossen.

[33] Verwendung findet die Minimum-Funktion, welche aus beliebig vielen Argumenten als Funktionswert das Minimum liefert.

[34] Zahn verwendete zu diesem Zweck ebenfalls die Minimum-Funktion: vgl. Zahn, E. (1971, S.132).

schnelles Verständnis der erklärten und in mathematische Gleichungen umgesetzten dynamischen Zusammenhänge zu ermöglichen (vgl. Abb. 3.13.).

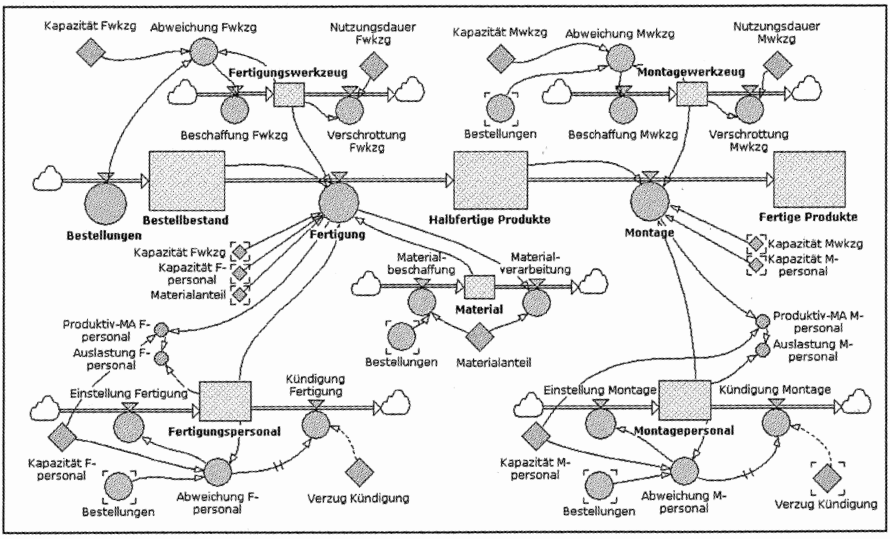


Abb. 3.13. Systemdynamisches Produktionsmodell

3.4.2 Wertsystem und Wertmodell Produktion

Das in seinen dynamischen Zusammenhängen erarbeitete Subsystem Produktion generiert durch den betrieblichen Leistungserstellungsprozeß eine Vielzahl von betriebswirtschaftlichen Daten und Informationen, die insbesondere für das Controlling von Bedeutung sind. Zunächst werden Investitionen und Abschreibungen betrachtet.

Die Beschaffungsvorgänge der Fertigungs- und Montagewerkzeuge stellen grundsätzlich Investitionen dar, die das Anlagevermögen erhöhen. Dabei kann es sich sowohl um Erweiterungs- als auch um Ersatzinvestitionen handeln. Die monetär gemessenen Investitionen je Periode sind direkt von der Zahl der beschafften Investitionsgüter abhängig. Je mehr Investitionsgüter beschafft werden und je höher deren Preis ist, desto größer ist das daraus resultierende Investitionsvolumen in der betrachteten Periode. Neben diesen Zugängen an Produktionskapazität haben auch Abgänge durch Verschrottungen eine finanzielle Auswirkung. Sofern die tatsächliche betriebliche Nutzungsdauer der eingesetzten Werkzeuge gleich der Dauer der kalkulatorischen Abschreibung entspricht, können die das Anlagevermögen betreffenden Abschreibungen als ‚finanzielle Verschrottungen' gleichgesetzt und abgebildet werden. Eine direkte Beziehung besteht, sofern nicht außerplanmäßig verschrottet und abgeschrieben wird. Es ist festzuhalten, daß mit zunehmender Zahl an genutzten Werkzeugen die Höhe der Abschreibungen je Periode ansteigt.

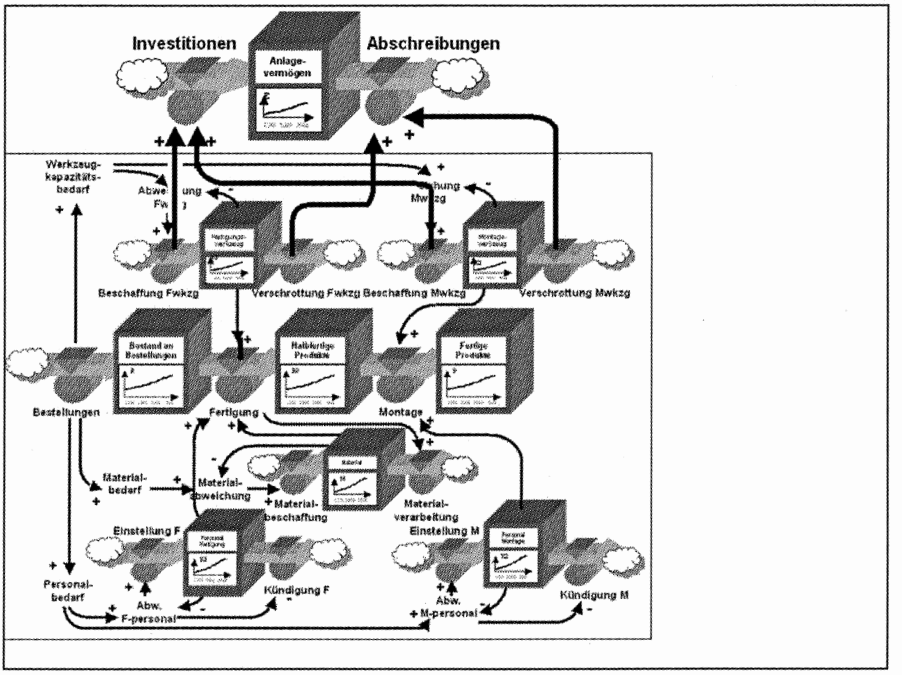


Abb. 3.14. Beziehung Produktions- und Wertsystem (Anlagevermögen)

Es ist für die hier betrachteten monetären Größen zu betonen, daß die aus finanzieller Sicht interessante und häufig berichtete Größe *Investitionen je Zeiteinheit* mengenmäßig vom aktuellen Bedarf sowie vom aktuellen Bestand abhängig ist. Über den Anschaffungspreis erhält die Größe ihre monetäre Dimension. Die Abschreibungen je Periode hängen in ihrer mengenmäßigen Dimension vom Werkzeugbestand ab und werden ebenfalls über den einst gezahlten Anschaffungspreis monetär bewertet. Schließlich hängt die Höhe der Abschreibungen noch von der Nutzungsdauer ab.

Der Investitionsvorgang wird jetzt in seinen finanziellen Auswirkungen durch systemdynamischen Gleichungen abgebildet. Die Beschaffung von Fertigungswerkzeugen erhöht das Anlagevermögen in der Bilanz. Dieses wiederum wird durch die Abschreibungen in Abhängigkeit der Lebensdauer reduziert.[35] Das Anlagevermögen wird als Bestand modelliert, wobei als Dimension eine monetäre Einheit benutzt wird. In einer Gleichung wird die Entwicklung des *Anlagevermögens* im Fertigungs- und Montagebereich wie folgt ausgedrückt.

[35] Es wird angenommen, daß nach der geplanten Nutzungsdauer auch tatsächlich alle Werkzeuge sofort verschrottet werden.

L,13 Anlagevermögen Fertigung$_t$ [Euro]
= Anlagevermögen Fertigung$_{t-1}$
+ Investition Fertigung$_t$
- Abschreibung Fertigung$_t$

L,14 Anlagevermögen Montage$_t$ [Euro]
= Anlagevermögen Montage$_{t-1}$
+ Investition Montage$_t$
- Abschreibung Montage$_t$

Um die beschafften Werkzeuge monetär bewerten zu können, ist die Einführung des jeweiligen Kaufpreises eines Werkzeuges als Modellgröße notwendig. Aus Gründen der Einfachheit soll der Preis im Betrachtungszeitraum konstant bleiben und als Modellkonstante abgebildet werden.

C,14 Preis Fwkzg$_t$ [Euro/Fwkzg]

C,15 Preis Mwkzg$_t$ [Euro/Mwkzg]

Aus der Multiplikation des Preises mit den aus dem Produktionsmodell übernommenen Größen *Beschaffung Fwkzg* und *Beschaffung Mwkzg* errechnen sich die Flußgrößen *Investition Fertigung* und *Investition Montage*.

R,23 Investition Fertigung$_t$ [Euro/Monat]
= Beschaffung Fwkzg$_t$ * Preis Fwkzg$_t$

R,24 Investition Montage$_t$ [Euro/Monat]
= Beschaffung Mwkzg$_t$ * Preis Mwkzg$_t$

Die *Abschreibungen* auf das im Fertigungs- und Montagebereich gebundene Anlagevermögen ergeben sich vereinfacht aus der Division des Anlagevermögens mit der bereits im Produktionsmodell erklärten Konstante *Nutzungsdauer Fwkzg*.[36]

R,25 Abschreibung Fertigung$_t$ [Euro/Monat]
= Anlagevermögen Fertigung$_t$ / Nutzungsdauer Fwkzg$_t$

R,26 Abschreibung Montage$_t$ [Euro/Monat]
= Anlagevermögen Montage$_t$ / Nutzungsdauer Mwkzg$_t$

Neben Investitionen, Abschreibungen und ihren Auswirkungen auf das Anlagevermögen werden durch das Subsystem Produktion weitere finanziell relevante Größen generiert (vgl. Abb. 3.15.).

[36] Die Ausführung von S.94 zur VINTAGE – Funktion gelten analog.

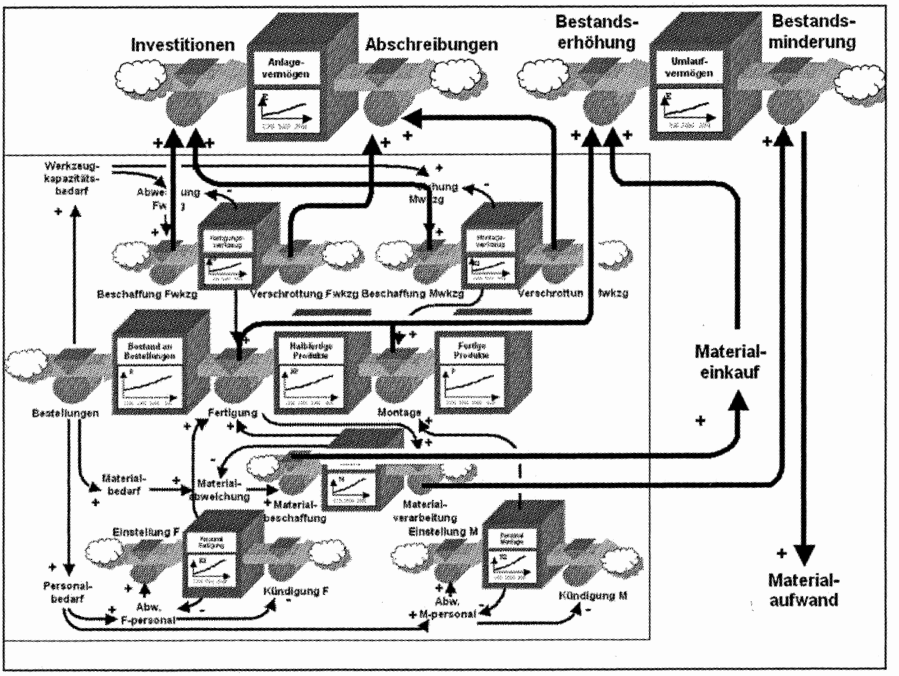


Abb. 3.15. Beziehung Produktions- und Wertsystem (Bestände)

Nach dem Anlagevermögen gelangt das Umlaufvermögen mit seinen unterschiedlichen Positionen in den Mittelpunkt der Betrachtung. Eine Materialbeschaffung führt durch monetäre Bewertung mit dem Einkaufspreis zu einem Anstieg des Umlaufvermögens bei Rohstoffen. Durch die Verarbeitung des Materials sinkt der Bestand an Rohstoffen und analog die Position im Umlaufvermögen. Entsprechend läßt sich analog zum Anlagevermögen auch das Umlaufvermögen als Bestand abbilden, der durch Zu- und Abflußgrößen verändert wird. Einen weiteren Einfluß auf das Umlaufvermögen haben die Bestände im Produktionsbereich. Mit dem Prozeß der Fertigung und Montage erhöhen sich die Bestände an halbfertigen und fertigen Erzeugnissen. Als Folge steigt parallel auch das Umlaufvermögen in den Positionen halbfertige und fertige Produkte. Diese Bestandserhöhungen stellen ertragswirksame Vorgänge mit positiver Wirkung auf die Gewinn- und Verlustrechnung dar, da die hergestellten Produkte bilanziell als Aktiva geführt werden. Eine Verringerung dieser Bestände bildet einen aufwandswirksamen Vorgang mit negativem Effekt auf die Gewinn- und Verlustrechnung. Zunächst wird das Materiallager im Modell monetär bewertet.

L,15 Umlaufvermögen Material_t [Euro]
= Umlaufvermögen Material_{t-1}
+ Materialeinkauf_t
- Materialaufwand_t

Im Gegensatz zu den Werkzeugpreisen unterliegt der Materialpreis gewissen Schwankungen. Aus diesem Grund wird die Größe *Preis Material* erneut unter Zuhilfenahme der Größe *Zeit* über die GRAPH-Funktion festgelegt.

A,11 Preis Material_t [Euro/t]
$= F_{GRAPH}(\text{Zeit})$

Aus der Multiplikation der aus dem Produktionsmodell übernommenen Größe *Material-beschaffung* mit dem *Preis des Materials* ergibt sich das monetär bewertete Einkaufsvolumen an Material je Periode.

R,27 Materialeinkauf_t [Euro/Monat]
$\text{Materialbeschaffung}_t * \text{Preis Material}_t$

Eine Verringerung des Materialbestands im Umlaufvermögen tritt ein, wenn Material im Fertigungsprozeß verbraucht wird. Dazu wird die bereits im Produktionsmodell vorgestellte Größe *Materialverarbeitung* übernommen und mit dem aktuellen *Materialpreis* bewertet.

R,28 Materialaufwand_t [Euro/Monat]
$= \text{Materialverarbeitung}_t * \text{Preis Material}_t$

Als nächstes gilt es die Bestandsentwicklung an halbfertigen und fertigen Produkten monetär abzubilden und zu simulieren. Aus finanzwirtschaftlicher Sicht werden zunächst die Personal- und Materialkosten als Aufwand ergebnisbelastend gebucht, demgegenüber stellen daraus resultierende Bestandserhöhungen an halbfertigen und fertigen Erzeugnissen eine Ertragswirkung in gleichen Höhe dar. Erst mit dem Verkauf und der daraus resultierenden Umsatz- und Aufwandsbuchung der bis dahin im Umlaufvermögen geführten und zu Herstellkosten bewerteten Fertigprodukte stellt sich die Ergebniswirkung ein. Entsprechend müssen auch im Modell die Wertflüsse modelliert werden. Zuvor sollen jedoch personalbezogene Aspekte der Produktion diskutiert werden, da zur Berechnung der Herstellkosten und zur Bestandswertermittlung die Personalkosten von Bedeutung sind.

Der Bestand an Personal in Fertigung und Montage ergibt die Mitarbeiterzahl in der Produktion. Die Personalzahl bestimmt als Mengenkomponente die Personalkosten. Die durchschnittliche Vergütung je Mitarbeiter und Periode bewertet die Personalzahl monetär. Steigt die Personalzahl, steigen die Personalkosten ebenfalls. Über eine Verringerung der Personalzahl durch Kündigungen sinken die Personalkosten. Steigt die durchschnittliche Vergütung je Mitarbeiter, steigen die Personalkosten in gleichem Umfang.[37] Die folgende Abbildung zeigt die beschriebenen Zusammenhänge zum Produktionspersonal und vervollständigt die Übersicht des Wertsystems der Produktion.

[37] Eine Verringerung der Personalkosten bei konstantem Personalbestand könnte allenfalls durch Absenkung von Mehrarbeit oder Lohnkürzungen erfolgen. Inwieweit dies jedoch in der Realität umsetzbar ist, soll an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden.

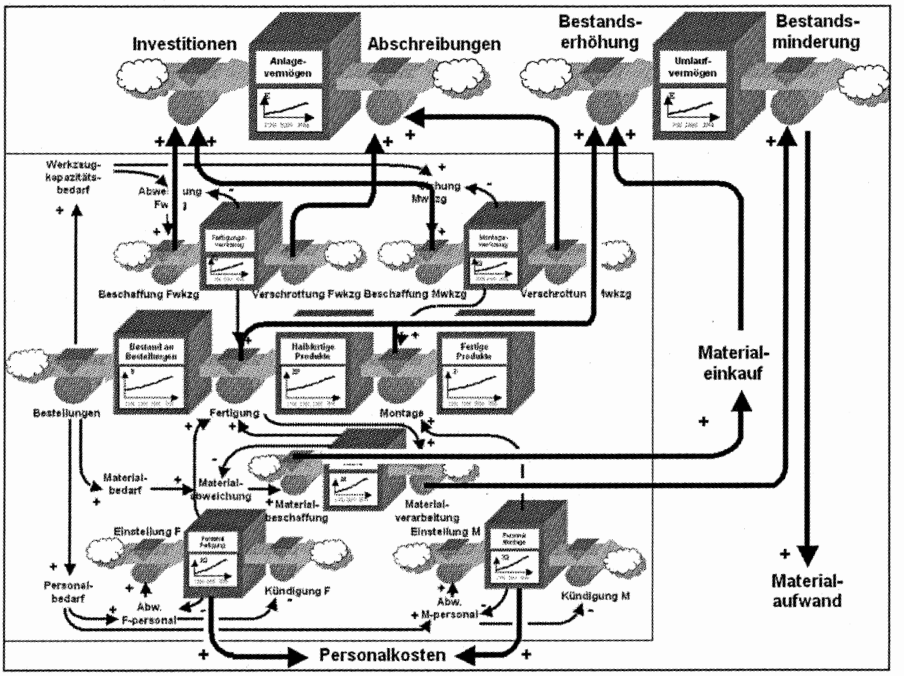


Abb. 3.16. Beziehung Produktions- und Wertsystem (Personal)

Einen wesentlichen Kostenblock stellen die Personalkosten dar. Sie lassen sich auch als Flußgröße interpretieren, da sie zeitraumbezogen sind. Die Multiplikation des Bestandes an Personal mit einem Kostensatz ergibt den Betrag der monatlichen Personalkosten.

Da in der Regel von Kostensteigerungen im Personalbereich durch tarifliche und sonstige Lohn- und Gehaltserhöhungen ausgegangen werden muß und ein konstanter Verlauf nicht realistisch wäre, wird der Kostensatz erneut in Abhängigkeit der *Zeit* modelliert.

A,12 P-kostensatz Fertigung$_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]
$= F_{GRAPH}$(Zeit)

A,13 P-kostensatz Montage$_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]
$= F_{GRAPH}$(Zeit)

Die gesamten Personalkosten je Bereich ergeben sich wie folgt.

A,14 Personalkosten Fertigung$_t$ [Euro/Monat]
= P-kostensatz Fertigung$_t$ * Fertigungspersonal$_t$

A,15 Personalkosten $Montage_t$ [Euro/Monat]
= P-kostensatz $Montage_t$ * $Montagepersonal_t$

Als nächstes werden die Positionen des Umlaufvermögens *halbfertige Produkte* und *fertige Produkte* als Bestandsgröße modelliert. Das Umlaufvermögen an halbfertigen Produkten erhöht sich, je mehr Produkte den Fertigungsprozeß durchlaufen haben. Diese mengenmäßige Größe erhält ihre monetäre Bewertung über die Zuordnung des im Produkt enthaltenen und monetär bewerteten Materials und der Personalkosten, die zur Fertigung des Produktes entstanden sind. Eine Reduzierung der monetär bewerteten halbfertigen Erzeugnisse findet genau dann statt, wenn halbfertige Produkte den Montageprozeß durchlaufen haben. An dieser Stelle kommt es zu einem *Übergang* von der Umlaufvermögensposition *halbfertige Erzeugnisse* zur Position *fertige Erzeugnisse*.

L,16 Umlaufvermögen Halbfertige $Produkte_t$ [Euro]
= Umlaufvermögen Halbfertig $Produkte_{t-1}$
+ Erhöhung $Halbfertigbestände_t$
- $Übergang_t$

Die als Zufluß enthaltene Größe *Erhöhung Halbfertigbestände* ermittelt sich durch die Multiplikation der Anzahl der in der Periode gefertigten Produkte und einer monetären Größe als Ausdruck der im Produkt enthaltenen Kosten für Arbeitsleistung und Material. Diese wird fortan als *Herstellkostensatz Fertigung* bezeichnet und setzt sich aus zwei Elementen zusammen. Das erste drückt die Kosten der enthalten Arbeitsleistung aus und ermittelt sich aus dem *P-kostensatz Fertigung* und aus der Kapazitätskonstante des Fertigungspersonals. Die zweite bewertet den im halbfertigen Erzeugnis enthaltenen Materialanteil und wird aus dem aktuellen *Materialpreis* und dem *Materialanteil* im Produkt ermittelt. Die folgende Gleichung zeigt die Addition der beiden Komponenten zum *Herstellkostensatz Fertigung*.

A,16 Herstellkostensatz $Fertigung_t$ [Euro/Produkte]
= P-kostensatz $Fertigung_t$ / Kapazität F-$personal_t$
+ Preis $Material_t$ * $Materialanteil_t$

Für die Größe *Erhöhung Halbfertigbestände* ergibt sich folgende Gleichung unter Verwendung der Größe *Fertigung* des Produktionsmodells.

R,29 Erhöhung $Halbfertigbestände_t$ [Euro/Monat]
= Herstellkostensatz $Fertigung_t$ * $Fertigung_t$

Für die Größe *Übergang*, die neben der Abflußwirkung auf die Größe *Umlaufvermögen Halbfertige Produkte* gleichzeitig die Zuflußgröße für *Umlaufvermögen Fertige Produkte* darstellt, ergibt sich unter Verwendung der Größe *Montage* aus dem Produktionsmodell die folgende Vorschrift.

R,30 Übergang$_t$ [Euro/Monat]
= Herstellkostensatz Fertigung$_t$ * Montage$_t$

Die Menge an Produkten, die in der Periode endmontiert werden, wird mit dem Fertigungsherstellkostensatz eines Produktes bewertet. Der sich ergebende Wert fließt aus bilanzieller Sicht innerhalb des Umlaufvermögens von *halbfertige Produkte* in *fertige Produkte*.

Durch den bereits angesprochenen Montageprozeß entstehen weitere Aufwände, die auch zur Bewertung der Fertigproduktbestände notwendig sind und als zweiter Zufluß der Bestandsgröße *Umlaufvermögen fertige Produkte* berücksichtigt werden.

L,17 Umlaufvermögen Fertige Produkte$_t$ [Euro]
= Umlaufvermögen Fertige Produkte$_{t-1}$
+ Übergang$_t$
+ Erhöhung Fertigbestände$_t$
- Bestandsminderung$_t$

Für die Ermittlung der vom Montagebereich verursachten Herstellkosten wird analog dem Fertigungsbereich vorgegangen. Der *Herstellkostensatz Montage* errechnet sich aus der Kapazitätskonstante des Montagepersonals und dem *Personalkostensatz Montage*. Er bildet die in der Montage mit jedem montierten Produkt anfallenden und in der Bestandsbewertung zu berücksichtigenden Kosten ab.

A,17 Herstellkostensatz Montage$_t$ [Euro/Produkte]
= P-kostensatz Montage$_t$ / Kapazität M-personal$_t$

Als zweiter Zufluß für die Erhöhung der Umlaufsvermögensposition *fertige Produkte* ergibt sich die *Erhöhung Fertigbestände* aus der Multiplikation von *Herstellkostensatz Montage* und der erneut aus dem Produktionsmodell übernommenen Größe *Montage*.

R,31 Erhöhung Fertigbestände$_t$ [Euro/Monat]
= Herstellkostensatz Montage$_t$ * Montage$_t$

Die bewerteten Fertigproduktbestände reduzieren sich mit der Zahl der verkauften bzw. installierten Produkte je Periode. Die Größe *Installation* verkörpert den mengenmäßigen Abgang an Fertigprodukten und wird im sich anschließenden Servicemodell erklärt. Um die als Aufwand zu betrachtende Bestandsminderung bewerten und die Ergebniswirkung simulieren zu können, soll eine weitere Größe eingeführt werden, die periodisch den *Gesamtherstellkostensatz* je Produkt liefert. Es erfolgt dazu eine Addition der Einzelherstellkostensätze.

A,18 Gesamt-Herstellkostensatz$_t$ [Euro/Produkte]
= Herstellkostensatz Fertigung$_t$ + Herstellkostensatz Montage$_t$

Die Multiplikation des *Gesamtherstellkostensatzes* mit der Größe *Installation* liefert die Bestandsminderung an fertigen Produkten und führt damit zu einer Verringerung des Umlaufvermögens in der Position fertige Produkte.

R,32 Bestandsminderung$_t$ [Euro/Monat]
= Installation$_t$ * Gesamt-Herstellkostensatz$_t$

Die Größen *fertige Produkte* und *Installation* bilden die Schnittstelle zum Servicesystem. Die folgende Abbildung zeigt das systemdynamische Wertmodell der Produktion und verwendet einige Modellgrößen, die bereits im Produktionsmodell erläutert wurden.

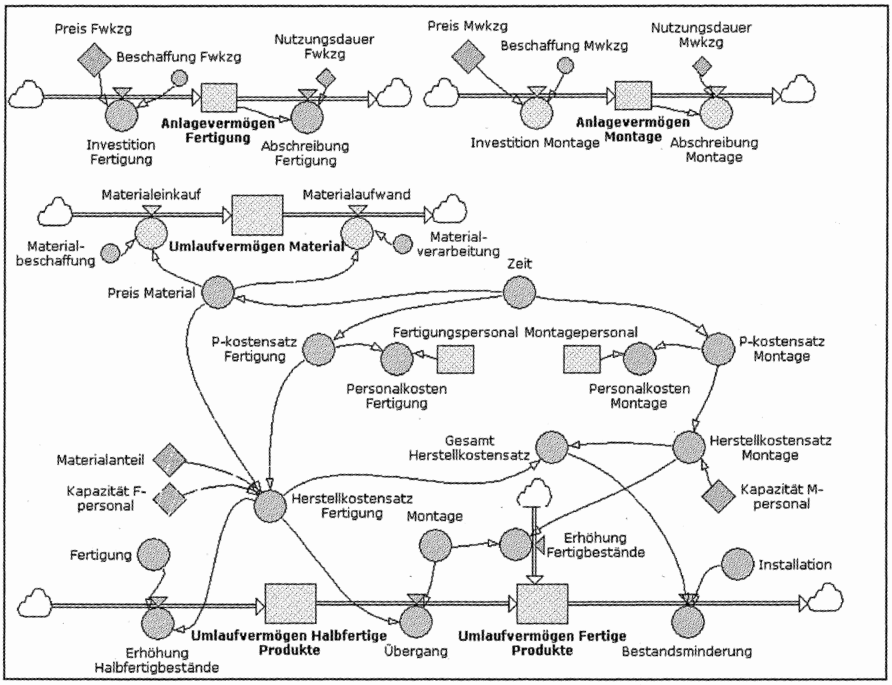


Abb. 3.17. Systemdynamisches Modell der Beziehung Produktions- und Wertsystem

Es ist nach Untersuchung des Produktionssystems festzustellen, daß eine aus Controllingsicht isolierte Betrachtung der Größe *Investitionen je Periode* bei Planungs- und Reportingaktivitäten keinesfalls geeignet ist. Dennoch besitzen Investitionen als Controllingobjekte besondere Bedeutung. Das Controlling muß für eine sinnvolle Investitionsplanung und ein Investitionsberichtswesen die auf deren Höhe einwirkenden Größen und Zusammenhänge kennen und den geplanten bzw. berichteten monetären Wert in diesem Zusammenhang auf Plausibilität prüfen. Es erscheint müßig zu erwähnen, daß im Rahmen der Aktivitäten zur Unternehmens-

planung ein isolierter Wert als diktatorische Vorgabe für das zu planende Investitionsvolumen denkbar ungeeignet ist. Durch die Nichteinbeziehung der relevanten Einflußgrößen wird es ein seltener Zufall sein, wenn das geplante Investitionsvolumen dem für das Unternehmen und dessen künftige Entwicklung optimalen Volumen entspricht. Entweder wird zuviel oder, dies dürfte in der Realität häufiger vorkommen, in zu geringem Umfang investiert. Ebenso sind Pauschalkürzungen eher als Ausdruck planerischer Ohnmacht zu werten. Die Gefahren, die sich aus solchen Willkürmaßnahmen ergeben, bestehen in der Störung des gesamten Subsystems Produktion. Es ist nach der Verabschiedung von Investitionsbudgets naheliegend, daß auch im Rahmen des Budgets beschafft wird. Wurde aufgrund einer unzureichenden Beachtung der realen Einflußgrößen zu wenig Budget für Werkzeuge eingestellt, kann es in Fertigung und Montage aufgrund unzureichender Kapazitäten zu Engpässen kommen. Damit sinkt durch die geringere Produktivität der Ausstoß an Fertigprodukten je Periode. Eine Zunahme der Bestände und der Lieferzeit wäre die Folge.

Durch Planung und Budgetierung von Investitionen wird im Unternehmen künstlich eine weitere Einflußgröße eingeführt, die auf die Systemgrößen Fertigungswerkzeugenbeschaffung und Montagewerkzeugbeschaffung wirkt und die in der eigentlichen Wertschöpfungskette nicht vorhanden ist. Die folgende Abbildung illustriert die rückkoppelnde Auswirkung von Investitions- und Personalbudgets.

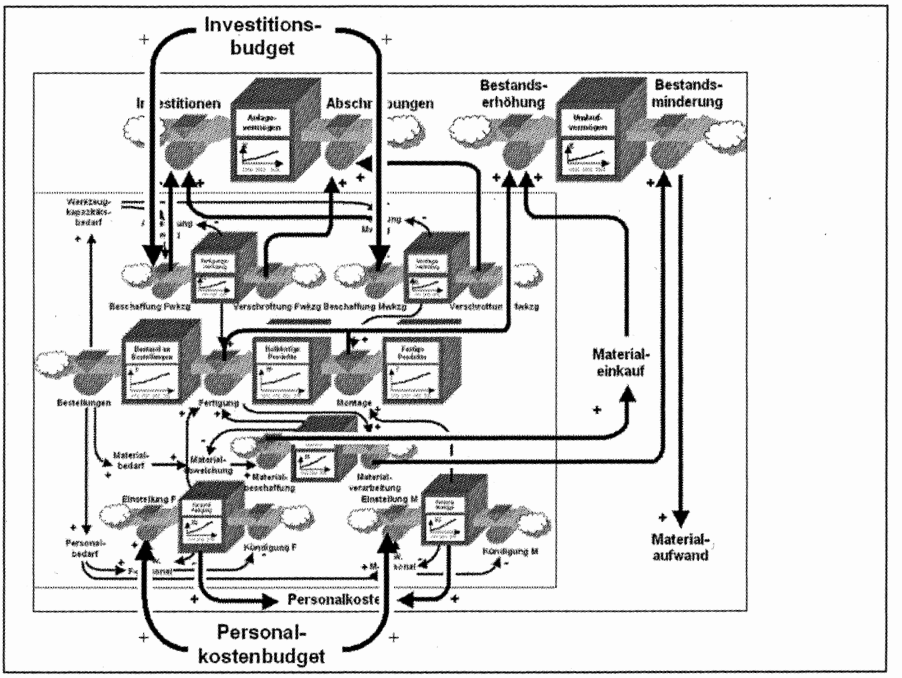


Abb. 3.18. Rückkopplung Personal-/ Investitionsbudget auf Produktionssystem

Im Controlling, bei der Unternehmensleitung und bei externen steht neben Investitionen häufig auch die Zahl der Neueinstellungen und die Entwicklung der Belegschaft unter Beobachtung. Aufgrund der langfristigen Kostenwirkung von Personal und den eingeschränkten Möglichkeiten, Personal kurzfristig wieder abzubauen, stellen Einstellungen einen Schwerpunkt der Personalplanung dar. Häufig werden analog zur Investitionsplanung auch bei der Personalplanung Vorgaben bzgl. des maximal akzeptierten Personalaufbaus gemacht. Auch „Nullrunden" oder pauschale Kürzungen nach dem Rasenmäherprinzip dürften in der Realität anzutreffen sein. Es gilt also auch bei Personalplanungen sicherzustellen, daß auch diese nicht isoliert aufgrund bestimmter Zielkennzahlen durchgeführt wird. Auch hier ist es Aufgabe des Controlling, die ursächlichen Gründe für einen Personalaufbau zu erkennen und eine Integration der Personalplanung mit der Planung des gesamten Subsystems Produktion sicherzustellen. Pauschalansätzen zur Planung muß das Controlling entgegentreten. Sollte dies nicht geschehen, sind zu hohe Kosten und sinkende Produktivität durch Personalüberhang oder Verzögerungen im Produktionsprozeß aufgrund personeller Engpässe die Folge.

3.5 Elementarsektor Vertrieb und Service

3.5.1 Vertriebs-/Servicesystem und Vertriebs-/Servicemodell

Nachdem der Produktionsprozeß abgeschlossen ist, befinden sich die fertigen Erzeugnisse am Lager und müssen im nächsten Schritt durch den Servicebereich des Modellunternehmens beim Kunden installiert werden. Dies bedeutet, daß Installationen genau dann stattfinden, wenn neben den zu installierenden Maschinen auch ausreichend Servicetechniker vorhanden sind. Steigt die Zahl der zu installierenden Maschinen, steigt auch der Bedarf an Servicetechnikerkapazität. Sollte die Zahl der Servicetechniker geringer werden, sinkt auch die Zahl der installierten Produkte je Periode. Ausgehend vom gesamten Bedarf an Servicepersonal und von der aktuellen Kapazität werden analog dem Fertigungs- und Montagebereich entweder Einstellungen oder Entlassungen vorgenommen. Auch hier ist zu beachten, daß sowohl Einstellungen und als auch Kündigungen erst mit einem gewissen Zeitverzug umsetzbar sind. Bei den Einstellungen beansprucht die Suche und insbesondere die Ausbildung von Servicepersonal im Beispielunternehmen eine gewisse Zeit.[38] Während der Ausbildungszeit werden neue Mitarbeiter als Anwärter bezeichnet. Sie erbringen keine produktive Serviceleistung in Form von Stunden.

[38] In einer systemdynamischen Untersuchung zum Serviceaußendienst modelliert auch Homer die Problematik der Ausbildung von Servicetechniker mit Bestands- und Flußgrößen: vgl. Homer, J.B. (1999, S.147). Analog zeigen die Dynamik der Mitarbeiterausbildung: vgl. Zahn, E. (1971, S.145, S.153, S.158), Sterman, J.D. (2000, S.491), Warren, K. (2002, S.46), Pejic-Bach, M. (2003, S.53).

Damit kommt es aufgrund der spezifischen Anforderungen an den Qualifikationsstand und schwierigerer Arbeitsmarktbedingungen im Gegensatz zum Fertigungs- und Montagebereich trotz Bemerken des personellen Defizits und sofortigem Handeln zu Engpaßsituationen. Je größer die Abweichung wird, desto mehr neue Mitarbeiter müssen grundsätzlich eingestellt werden. Je größer im umgekehrten Fall ein festgestellter Überhang an Servicepersonal wird, desto mehr Mitarbeiter müssen abgebaut werden. Eine Anpassung bzw. Veränderung der Servicekapazität des Unternehmens kann, sofern Produktivität und Normalarbeitszeit unverändert bleiben, nur über eine Änderung des Bestandes an Servicetechnikern erfolgen.

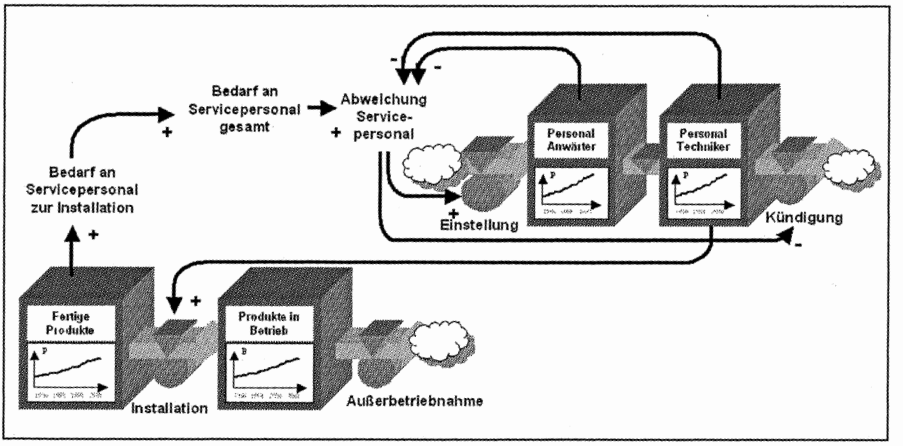


Abb. 3.19. Basisdynamik Vertrieb und Maschineninstallation

Die durch den Service installierten Produkte erhöhen die Gesamtzahl der sich bei Kunden in Betrieb befindlichen Maschinen.[39] Aufgrund der Langlebigkeit der Produkte steigt mit zunehmendem Absatz die Gesamtzahl aller im Feld installierten Maschinen. Diese soll bei der weiteren Betrachtung als Maschinenpopulation bezeichnet werden. Da eine Verschrottung erst nach einer längeren Lebens- und Einsatzdauer beim Kunden erfolgt, bleibt im Wachstumsfall die Verschrottungsrate beim Kunden unter der Rate der Produkterstinstallationen. Der Gesamtbestand an Produkten im Feld wird erst dann sinken, wenn die Zahl der verschrotteten Maschinen je Periode die Zahl an neu installierten Maschinen in der gleichen Periode übertrifft.

Den Ausgangspunkt für das Modell bildet die Bestandsgröße *fertige Produkte*. Diese wurde bereits als direkte Schnittstelle zwischen dem Produktions- und Service-/ Vertriebsmodell beschrieben. Bevor die im Produktionsmodell bereits als Abfluß genutzte Größe *Installation* mathematisch formuliert werden kann, müssen auch hier analog der Produktion die den Durchsatz beeinflussenden restriktiven

[39] Auch Homer und Warren sprechen im Wirkungsdiagramm von „Installed base": vgl. Homer, J.B. (1999, S.143), Sterman, J.D. (2000, S.366), Warren, K. (2002, S.68).

Größen modelliert werden. Im Beispiel erfolgt die Installation der fertigen Produkte durch den werkseigenen Service. Diese Aktivität genießt gegenüber dem sonstigen Wartungs- und Reparaturgeschäft Priorität, so daß zunächst der Modellierung der zur Verfügung stehenden Servicekapazität Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Die Servicekapazität ergibt sich aus der Zahl der beschäftigten Servicetechniker und deren Arbeitszeit. Es werden zwei Konstanten eingeführt, die als Einflußgröße für die Ermittlung der durchschnittlichen Arbeitszeit je Servicetechniker Verwendung finden.

C,16 Normalarbeitszeit$_t$ [h/Mitarbeiter/Monat]

C,17 Technikerproduktivität$_t$ []

Ein Teil der Normalarbeitszeit ist aufgrund von Warte- und Bereitschaftszeiten sowie aufgrund von Krankheit nicht produktiv nutzbar. Durch Multiplikation dieser zwei Modellkonstanten ergibt sich die produktive Arbeitszeit je Servicetechniker und Monat.

A,19 Standardkapazität$_t$ [h/Mitarbeiter/Monat]
= Normalarbeitszeit$_t$ * Technikerproduktivität$_t$

Mit der Multiplikation des Bestandes an fertig ausgebildeten Servicetechnikern wird die monatlich im Servicebereich produktiv leistbare Anzahl an Stunden ermittelt.

A,20 Kapazität verfügbar$_t$ [h/Monat]
= Standardkapazität$_t$ * Techniker$_t$

Im Modell erfolgt die Abbildung des Prozesses der Einstellung und Ausbildung zum produktiven Servicetechniker anschaulich in Form einer Pipeline. Die dynamischen Gleichungen für die Bestände an Anwärtern und Servicetechnikern lauten wie folgt.

L,18 Anwärter$_t$ [Mitarbeiter]
= Anwärter$_{t-1}$
+ Einstellung T_t
- Ausbildung T_t

L,19 Techniker$_t$ [Mitarbeiter]
= Techniker$_{t-1}$
+ Ausbildung T_t
- Kündigung T_t

Nach der Einstellung befinden sich die Serviceanwärter in der Ausbildungsphase. Die durchschnittliche Ausbildungsdauer ist konstant.

C,18 Ausbildungsdauer$_t$ [Monat]

Für die Berechnung der Flußgröße *Ausbildung* wird erneut mit einer VINTAGE-Funktion der Bestand *Anwärter* durch die durchschnittliche *Ausbildungsdauer* dividiert.[40]

R,33 Ausbildung T_t [Mitarbeiter/Monat]
= Anwärter$_t$ / Ausbildungsdauer$_t$

Da die Servicetechniker neben der Installation auch im Außendienst mit Wartung und Reparatur der bereits installierten Produkte befaßt sind und diese Stunden fakturiert werden, stellt sich die Frage nach kurzfristigen Personalabbaumaßnahmen aufgrund rückläufiger Auftragseingänge nicht. Dennoch soll eine gewisse Fluktuation im Servicetechnikerbereich berücksichtigt werden. Die Größe *Kündigung T* drückt diesen Sachverhalt aus. Dazu wird eine durchschnittliche Beschäftigungszeit bzw. Verweildauer eines Servicetechnikers als Konstante angenommen.

C,19 Verweildauer$_t$ [Monat]

Die Modellierung der Kündigungen erfolgt analog zur Ausbildung durch Division des Technikerbestandes mit der Verweildauer.

R,34 Kündigung T_t [Mitarbeiter/Monat]
= Techniker$_t$ / Verweildauer$_t$

Von Interesse ist die Frage, aus welchen Zusammenhängen die Einstellung von Anwärtern im Modell resultiert. Eine Einstellung von neuen Serviceanwärtern erfolgt grundsätzlich, wenn eine entsprechende Nachfrage vorhanden ist. Dieser Bedarf oder auch „Markt" für die Serviceleistungen ergibt sich einerseits intern aus der Notwendigkeit, die fertig montierten Produkte beim Kunden zu installieren. Es wird angenommen, daß für jede Installation eine konstante Zeit benötigt wird.

C,20 Installationsdauer$_t$ [h/Produkte]

Durch Multiplikation dieser Konstante mit dem Bestand an fertigen Produkten im Unternehmen wird die in der jeweiligen Periode benötigte Servicekapazität in Stunden zur Installation aller am Lager befindlichen Produkte ermittelt.

A,21 Bedarf Installationszeit$_t$ [h/Monat]
= Fertige Produkte$_t$ * Installationsdauer$_t$ / 1 [Monat]

[40] Um ungerade und damit unsinnige Funktionswerte zu vermeiden, erzeugt im Modell eine Rundungsvorschrift einen ganzzahligen Wert.

Nachdem die zur Verfügung stehende Servicekapazität über die Größe *Kapazität verfügbar* ermittelt wurde, kann mit Hilfe der Minimum-Funktion die Menge an kapazitiv leistbaren Installationen je Periode und somit die Zahl der tatsächlich durchgeführten Installationen berechnet werden. Es erfolgt dazu eine Feststellung des Minimums der verfügbaren und der benötigten Zeit. Das Ergebnis wird durch die Größe *Installationsdauer* dividiert, um die Zahl der kapazitiv installierbaren und damit auch installierten Produkte als Absolutwert zu errechnen.

R,35 Installation_t [Produkte/Monat]
$= \text{MIN}(\text{Kapazität verfügbar}_t; \text{Bedarf Installationszeit}_t)$
$/ \text{Installationsdauer}_t$

In der Vergangenheit wurden bereits eine Vielzahl der Produkte bei Kunden installiert. Diese Menge bildet als Bestandsgröße *Produkte in Betrieb* ab. Sie erhöht sich durch den Zufluß an neu installierten Maschinen und verringert sich durch Außerbetriebnahme seitens der Kunden. Die dynamische Gleichung lautet wie folgt.

L,20 $\text{Produkte in Betrieb}_t$ [Produkte]
$= \text{Produkte in Betrieb}_{t-1}$
$+ \text{Installation}_t$
$- \text{Außerbetriebnahme}_t$

Für das Produkt wird eine durchschnittliche Lebensdauer angenommen. Mit Hilfe einer Konstanten läßt sich die Außerbetriebnahme in einer Gleichung beschreiben.

C,21 $\text{Produktlebensdauer}_t$ [Monat]

R,36 $\text{Außerbetriebnahme}_t$ [Produkte/Monat]
$= \text{Produkte in Betrieb}_t / \text{Produktlebensdauer}_t$

Damit fand eine Modellierung der Entwicklung der Produktpopulation im Feld statt. Durch Simulation kann für jede Periode ermittelt werden, wieviel Produkte bei Kunden im Einsatz sind.

Der Höhe der Maschinenpopulation im Feld kommt im Modellunternehmen eine weitere wichtige Bedeutung zu. Mit dem Anstieg von Anzahl und Alter der installierten Produkte steigt der Bedarf an Servicetechnikern für Wartungs- und Reparaturarbeiten.[41] Dabei wird angenommen, daß sich der Service rein auf Arbeitsleistung beschränkt und Ersatzteile nicht benötigt werden.[42]

---

[41] Die Gegenüberstellung von Kapazitätsbedarf und Kapazitätsangebot im Service findet sich in ähnlicher Weise bei Schmidt in einem systemdynamischen Partialmodell zu Instandhaltungsprozessen bei der Bahn: vgl. Schmidt, D. (1989, S.180) und (1992, S.140).

[42] In einem systemdynamischen Lagerhaltungsmodell erläutert und untersucht Finkenwirth Zusammenhänge der Ersatzteildisposition: Finkenwirth, A. (1999).

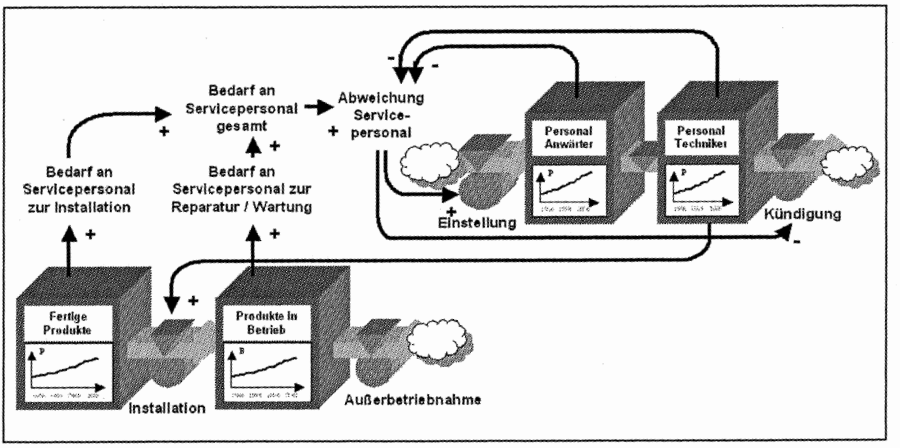


Abb. 3.20. Basisdynamik Servicepersonal

Mit der Größe *Produkte in Betrieb* wurde ermittelt, wieviel Produkte bei Kunden im Einsatz sind und folglich einen Wartungs- oder Reparaturbedarf haben. Damit kann eine Modellierung des „Servicemarktes" für die Zukunft vorgenommen werden, indem mit Hilfe einer Bedarfskonstanten eine Quantifizierung des Bedarfs je installiertem Produkt erfolgt.

C,22 Wartungsbedarf$_t$ [h/Produkte/Monat]

Über eine multiplikative Verknüpfung von *Produkte in Betrieb* und *Wartungsbedarf* kann die externe Nachfrage und damit die Bestellung von Serviceleistungen für zukünftige Perioden errechnet werden.

R,37 Bestellung Wartungsleistung$_t$ [h/Monat]
= Produkte in Betrieb$_t$ * Wartungsbedarf$_t$

Es wird im Modell eine Flußgröße gewählt. Die Ursache liegt in der Charakteristik der Serviceleistungen. Deren Nachfrage durch Kunden verfällt nicht. Sie muß zwingend bedient werden. Erst nachdem die Wartungs- und Reparaturleistungen erbracht worden sind, kann der Kunde seine Maschine weiterhin nutzen. Folglich kommt es zu Staueffekten, falls die aktuelle Nachfrage nach Serviceleistungen das Angebot von Stunden seitens des Unternehmens übertrifft. Dieser Effekt wird mit einer Bestandsgröße abgebildet, die den Rückstand an Servicenachfrage im Feld simuliert. Mit der Flußgröße *Bestellung Wartungsleistung* erhöht sich der *Auftragsbestand Wartung* als Ausdruck unbedienter Servicenachfrage.

Erst durch die tatsächliche Wartung bzw. Reparatur beim Kunden verringert sich der Bestand.[43]

Da das Produkt des Modellunternehmens sehr komplex ist, wird die Möglichkeit einer Durchführung von Wartung und Reparatur durch Fremdfirmen ausgeschlossen. Der *Auftragsbestand Wartung* muß zu 100% durch das unternehmenseigene Servicepersonal bedient werden. Für die Größe *Auftragsbestand Wartung* ergibt sich folgende Gleichung.

L,21 Auftragsbestand Wartung_t [h]
= Auftragsbestand Wartung_{t-1}
+ Bestellung $\text{Wartungsleistung}_t$
- $\text{Wartungsleistung}_t$

Durch Multiplikation der Initialwerte von *Produkte in Betrieb* und *Wartungsbedarf* ergibt sich der aktuelle *Auftragsbestand Wartung* zum Startpunkt der Simulation.

Im nächsten Schritt wird die Zahl der tatsächlich monatlich von den Servicetechnikern geleisteten Wartungsstunden errechnet, da sie den *Auftragsbestand Wartung* reduzieren. Da Erstinstallationen gegenüber dem Servicegeschäft Priorität genießen, muß zunächst ermittelt werden, welche Servicekapazität in der jeweiligen Periode für Installationen abgestellt wird. Es erfolgt die Multiplikation der Zahl der je Periode installierten Maschinen mit der durchschnittlichen Installationsdauer.

A,26 $\text{Installationszeit}_t$ [h/Monat]
= Installation_t * $\text{Installationsdauer}_t$

Mit Hilfe dieser und der Größe *Kapazität verfügbar* ist die verbleibende Kapazität zur Bedienung des Servicemarktes und damit die von Servicemitarbeitern erbrachte Wartungszeit berechenbar. Es ist zu beachten, daß nur soviel Leistung erbracht wird, wie auch im *Auftragsbestand Wartung* aufgelaufene Nachfrage vorhanden ist. Mit einer MINIMUM-Funktion wird erreicht, daß im Falle eines die verbleibende Kapazität übersteigenden *Auftragsbestand Wartung* nur in Höhe der verbleibenden Kapazität Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Im umgekehrten Fall wird genau in Höhe des *Auftragsbestands Wartung* Wartungs- und Reparaturleistung erbracht, die überzählige Zeit verfällt.

R,38 Wartung_t [h/Monat]
= MIN((Kapazität verfügbar_t - $\text{Installationszeit}_t$);
(Auftragsbestand Wartung_t / 1 [Monat]))

[43] Auch Homer und Oliva setzen die Zusammenhänge über eine Bestandsgröße „Aufträge in Warteschlange" um, die in gleicher Weise erhöht oder verringert wird: vgl. Homer, J.B. (1999, S.149), Oliva, R. (2001, S.29-31).

Zur Vervollständigung ist die Gleichung der Größe *Einstellung T* zu beschreiben. Für sie gilt als Zielsetzung, genau soviel Mitarbeiter einzustellen, daß neben der Installation von Neumaschinen die sich aus der installierten Basis ergebende Servicenachfrage zeitnah unter Vermeidung einer Aufstauung im *Auftragsbestand Wartung* bedient werden kann. Dabei sind die Servicetechniker möglichst vollständig auszulasten.[44]

Die Modellierung basiert auf der Annahme, daß mit dem Anstieg oder Rückgang an im Feld genutzter Maschinenzahl in gleicher Weise die Zahl der Servicetechniker steigen oder fallen soll. Dies bedeutet beispielsweise, das mit einer Zunahme der Maschinenzahl von 10% auch die Zahl der Servicetechniker um 10% steigen soll. Zu diesem Zweck müssen Größen eingeführt werden, mit denen das Wachstum von *Produkte in Betrieb* und des gesamten Servicepersonal bezogen auf den jeweiligen Startwert zu Beginn des Simulationszeitraums gemessen werden kann. Zur Ermittlung der Gesamtzahl der Servicetechniker zu Simulationsbeginn wird die Größe *Init Servicepersonal* festgelegt.

A,23 Init Servicepersonal_t [Mitarbeiter]
= Init(Anwärter) + Init(Techniker)

Außerdem wird mit der Größe *Summe Servicepersonal* der Wert in der jeweiligen Simulationsperiode ermittelt.

A,24 $\text{Gesamtservicepersonal}_t$ [Mitarbeiter]
= Anwärter_t + Techniker_t

Die Größe zur Abbildung des relativen Wachstums des Servicepersonals wird durch Gegenüberstellung des aktuellen Wertes mit dem feststehenden Initialwert des Servicepersonalbestands ermittelt.

A,25 Wachstum Servicepersonal_t []
= $\text{Gesamtservicepersonal}_t$ / Init Servicepersonal_t

Für das Wachstum der *Produkte in Betrieb* wird in analoger Art und Weise verfahren.

A,26 Bestandswachstum Produkte in Betrieb_t []
= Produkte in Betrieb_t / Init(Produkte in Betrieb)

Zur Ermittlung von eventuell notwendigen Einstellungen wird untersucht, ob die Entwicklung des Servicepersonals parallel zur Entwicklung der Maschinenpopulation erfolgt ist. Sollte die Maschinenpopulation stärker gewachsen sein als der Personalbestand, werden Einstellungen notwendig, um dies auszugleichen. Ist der Personalbestand überproportional gewachsen, werden keine Einstellungen vorge-

[44] Oliva zeigt die Auswirkung des Auseinandergehens von Servicenachfrage und Serviceangebot über die Größen Arbeitsdruck und Überstunden: vgl. Oliva, R. (2001, S.31).

nommen. Zunächst erfolgt in der untenstehenden Gleichung zur Ermittlung der Einstellungen eine Abfrage, ob der Wert von *Wachstum Servicepersonal* größer als der Wert von *Wachstum Produkte in Betrieb* ist. Sollte dies der Fall sein, werden keine neuen Servicetechniker eingestellt. Andernfalls wird der zur aktuellen Maschinenzahl passende Zielwert an Servicepersonal durch Multiplikation des Startwerts des Servicepersonals mit dem *Wachstum Produkte in Betrieb* ermittelt. Von ihm wird der aktuelle Bestand an Servicepersonal subtrahiert. Die sich ergebende Differenz entspricht der Zahl der im Servicebereich vorzunehmenden Einstellungen.

R,39 Einstellung T_t [Mitarbeiter/Monat]
= IF(Wachstum Servicepersonal_t > Bestandswachstum Produkte in Betrieb_t ; 0 ; Init Servicepersonal_t * Bestandswachstum Produkte in ,Betrieb_t - Summe Servicepersonal_t)

Grundsätzlich kann in jedem Zeitintervall das Verhältnis zwischen Bedarf und Angebot von Serviceleistung als Indikator für die Reaktionszeit des Service interpretiert werden. Je größer die Abweichung wird, desto länger dauert es, bis ein Techniker zum Kunden kommt und das Problem an der Maschine behoben wird. Der Kunde kann während der Wartezeit die Maschine nicht nutzen und erleidet einen Verdienstausfall. Aus diesem Grund kann die Servicereaktionszeit als ein wichtiger Indikator für die im Subsystem Markt bereits als Einflußfaktor auf die Abwanderung von Kunden diskutierte *Kundenzufriedenheit* identifiziert werden.

In den globalen Rahmenbedingungen für das betrachtete Unternehmen wurde erwähnt, daß der Kunde aufgrund der hohen Komplexität des Produktes die Notwendigkeit einer technischen Wartung bzw. Reparatur grundsätzlich akzeptiert und bereit ist, in gewissen Toleranzen Ausfallzeiten zu akzeptieren. In der folgenden Abbildung wurde der Zusammenhang im Subsystem Service ergänzt.

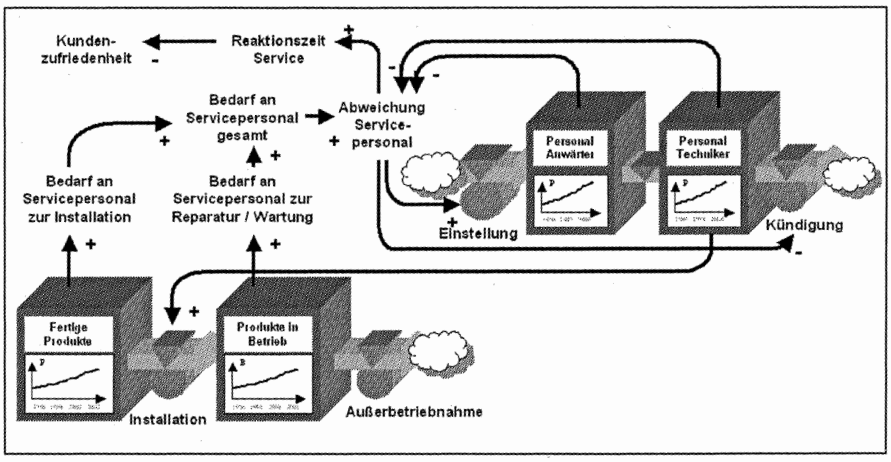


Abb. 3.21. Dynamik Vertriebs- und Servicesystem

Jetzt ist der Zusammenhang zwischen der Fähigkeit des Service, die anfallenden Wartungs- und Reparaturaufgaben zeitnah zu leisten, und der daraus resultierenden Kundenzufriedenheit zu modellieren. Einflußfaktor auf die Kundenzufriedenheit ist die Entwicklung des *Auftragsbestands Wartung* als Ausdruck der Serviceverfügbarkeit. Sollte der Wert gegenüber dem Initialwert ansteigen, ist dies ein Zeichen von zunehmender Wartezeit bis zur Störfallbeseitigung durch die Servicetechniker. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß der *Auftragsbestand Wartung* durch eine Zunahme der *Produkte in Betrieb* im gleichen prozentualen Ausmaß steigen wird. Das relative Wachstum des *Auftragsbestand Wartung* wird über eine Verhältniszahl ermittelt.

A,27 Bestandswachstum Wartungsaufträge$_t$ []
= Auftragsbestand Wartung$_t$ / Init Auftragsbestand Wartung$_t$

Aus der Differenz von *Bestandswachstum Wartungsaufträge* und *Bestandswachstum Produkte in Betrieb* wird ein Verfügbarkeitsindex ermittelt.

A,28 Verfügbarkeitsindex$_t$ []
= Bestandswachstum Wartungsaufträge$_t$ -
Bestandswachstum Produkte in Betrieb$_t$

Im Falle eines überproportionalen Wachstums des *Auftragsbestands Wartung* gegenüber dem Wachstum der installierten Produkte ergibt sich ein positiver Wert. Dies bedeutet eine Verschlechterung in der Serviceverfügbarkeit und einen Rückgang der Kundenzufriedenheit.[45] Im umgekehrten Fall wird das Ergebnis negativ. Die Kundenzufriedenheit wird hier positiv beeinflußt. Sie wird im Modell auf einer Skala als Absolutwert gemessen und funktional an die Entwicklung des Verfügbarkeitsindex gekoppelt. Dabei findet eine GRAPH-Funktion Anwendung.

A,29 Kundenzufriedenheit$_t$ []
= F_{GRAPH}(Verfügbarkeitsindex$_t$)

Je größer der Verfügbarkeitsindex wird bzw. je weiter sich dieser Wert von Null entfernt, desto niedriger ist der Absolutwert der *Kundenzufriedenheit*. Sie stellt eine Einflußgröße für die Ermittlung der Zahl der abwandernden Kunden dar und bildet die Schnittstelle vom Service- zum Marktmodell.

Im Modell sollen noch weitere statistische Größen ermittelt werden. Einerseits ist der gesamte Bedarf an Servicekapazität festzuhalten. Er errechnet sich durch Addition von *Bestellung Wartungsleistung* und *Bedarf Installationszeit*.

A,30 Bedarf gesamt$_t$ [h/Monat]
= Bestellung Wartungsleistung$_t$ + Bedarf Installationszeit$_t$

[45] Die Wirkung des Serviceaußendienst auf die Kundenzufriedenheit zeigen Homburg und Werner: vgl. Homburg, C. / Werner, H. (1996, S.164).

Außerdem wird die Auslastung der Servicetechniker berechnet, um die Effizienz im Servicebereich erfassen zu können. Dazu erfolgt die Berechnung der gesamten Produktivzeit durch Addition der Größen *Installationszeit* und *Wartungsleistung*. Sie wird anschließend ins Verhältnis zur verfügbaren Kapazität gesetzt.

A,31 Produktivzeit gesamt$_t$ [h/Monat]
= Wartungsleistung$_t$ + Installationszeit$_t$

A,32 Serviceauslastung$_t$ []
= Produktivzeit gesamt$_t$ / Kapazität verfügbar$_t$

Auch für das beschriebene Subsystem Vertrieb und Service wird das systemdynamische Modell gezeigt.

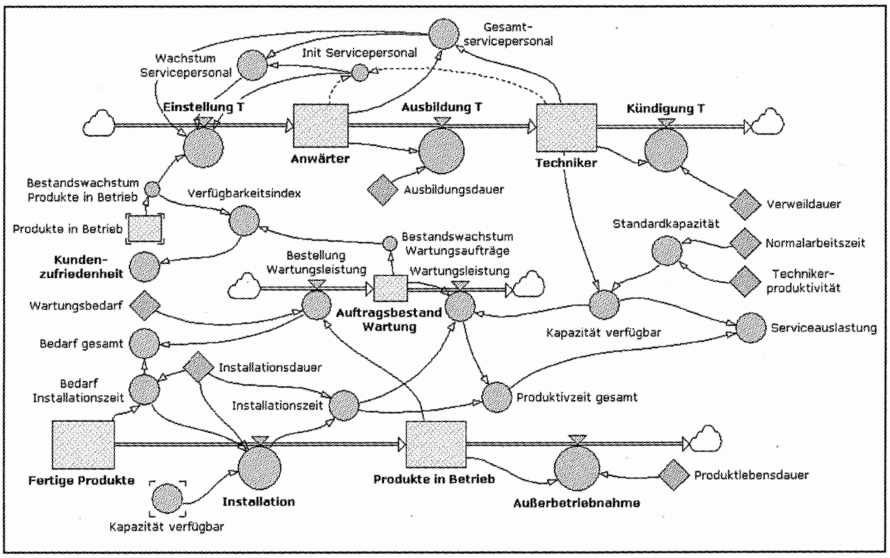


Abb. 3.22. Systemdynamisches Vertriebs- und Servicemodell

3.5.2 Wertsystem und Wertmodell Vertrieb/Service

Das im vorangegangenen Abschnitt in seinen dynamischen Zusammenhängen erarbeitete und erläuterte Subsystem Vertrieb und Service bildet den Abschluß des eigentlichen betrieblichen Wertschöpfungsprozesses. Auch in diesem System werden eine Vielzahl von Daten und Informationen generiert, die für das Controlling von Bedeutung sind. Hier fallen alle finanziellen Rückflüsse für die erbrachten Leistungen als Umsatz an.

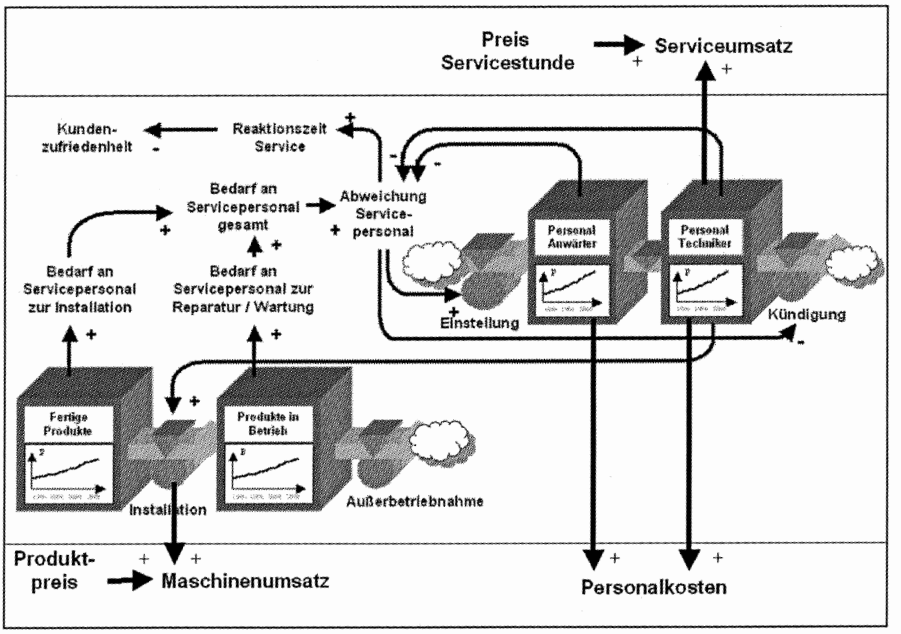


Abb. 3.23. Beziehung Vertriebs-/Service- und Wertsystem

Da die Rechnungsstellung an den Kunden erst nach Installation beim Kunden erfolgt, resultiert der Umsatz aus Produktverkäufen aus dem Preis des Produktes und der Menge der beim Kunden installierten Produkte je Periode. Je höher der Preis ist, desto höher wird der erzielte Umsatz. Außerdem steigt die Größe Umsatz je Periode, wenn bei konstantem Preis mehr Produkte in der betrachteten Periode installiert werden.

Analog wird im Modell der Umsatz durch Multiplikation der Anzahl installierter Maschinen mit dem Preis modelliert. Der Produktpreis wurde bereits bei der Berechnung des Auftragseingangsvolumens verwendet und wird im anschließend erklärten Forschungs- und Entwicklungsmodell erläutert. Für die Größe *Maschinenumsatz* gilt folgende Gleichung.

A,33 Maschinenumsatz_t [Euro/Monat]
$= \text{Installation}_t * \text{Produktpreis}_t$

Für die vom Service ausgeführten Reparatur- und Wartungsarbeiten werden ebenfalls Rechnungen gestellt. Folglich wird auch hier Umsatz generiert. Neben dem Preis einer Servicestunde sind als Mengengröße die Stunden maßgeblich. Diese können dann erbracht werden, wenn ausreichend Servicetechnikerpersonal zur Verfügung steht. Insofern ist die Höhe des Umsatzes für Außendienstleistun-

gen von dem Bestand an Servicepersonal abhängig.[46] Je mehr Techniker im Servicebereich des Unternehmens beschäftigt sind, desto mehr Umsatz kann in einer Periode generiert werden. Begrenzt wird diese Möglichkeit eines Serviceumsatzwachstums durch die limitierte Nachfrage nach Leistungen seitens der Kunden. Als wertorientierte Zielsetzung für den optimalen Bestand an Servicetechnikern ist festzuhalten, daß in jeder Periode exakt soviel Servicetechniker beschäftigt werden sollten, wie einerseits zur Installation der Neumaschinen benötigt und andererseits durch die Kunden aufgrund der bei ihnen installierten Maschinenpopulation nachgefragt werden.

Von Bedeutung ist erneut die Größe *Zeit*. Mit ihr wird die angenommene Entwicklung des Preises einer Servicestunde unter Verwendung der GRAPH-Funktion umgesetzt.

A,34 Preis Servicestunde_t [Euro/h]
$= F_{GRAPH}(\text{Zeit}_t)$

Durch Multiplikation dieses Preises mit der aus dem Servicemodell übernommenen Größe *Wartungsleistung* wird der Serviceumsatz berechnet.

A,35 Serviceumsatz_t [Euro/Monat]
$= \text{Wartungsleistung}_t * \text{Preis Servicestunde}_t$

Zusammenfassend läßt sich bezüglich des Gesamtumsatzes festhalten, daß dieser nur durch den Produktabsatz im Primärgeschäft kurzfristig steuerbar ist. Umsätze, die durch ein Sekundärgeschäft wie im Beispiel durch Wartung und Service erzielt werden, sind nicht beliebig auszuweiten und hängen zeitverzögert vom früheren Verlauf des Primärgeschäfts ab.

Da der Servicebereich im wesentlichen aus personalintensiven Aktivitäten besteht, gelangt erneut die Zahl der Mitarbeiter in den Fokus des Controlling. Mit ihr steigen oder fallen die Personalkosten. Über eine Verringerung der Personalzahl durch Kündigungen können die Personalkosten sinken. Steigt im Servicebereich die durchschnittliche Vergütung je Mitarbeiter durch Tariferhöhungen, steigen die Personalkosten ebenfalls.[47] Für die systemdynamische Modellierung werden erneut GRAPH-Funktionen genutzt, mit denen die angenommene Entwicklung der Personalkostensätze abgebildet wird.

A,36 $\text{P-kostensatz Anwärter}_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]
$= F_{GRAPH}(\text{Zeit}_t)$

A,37 $\text{P-kostensatz Techniker}_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]
$= F_{GRAPH}(\text{Zeit}_t)$

[46] Gewährleistung wird im Modellunternehmen nicht berücksichtigt.

[47] Eine Verringerung der Personalkosten bei konstantem Personalbestand könnte durch Absenkung von Mehrarbeit oder Lohnkürzungen erfolgen. Inwieweit dies jedoch in der Realität umsetzbar ist, soll nicht weiter diskutiert werden.

Durch Multiplikation dieser Kostensätze mit den aus dem Servicemodell übernommenen Personalbestandsgrößen lassen sich periodisch die Personalkosten ermitteln.

A,38 Personalkosten Anwärter$_t$ [Euro/Monat]
= P-kostensatz Anwärter$_t$ * Anwärter$_t$

A,39 Personalkosten Techniker$_t$ [Euro/Monat]
= P-kostensatz Techniker$_t$ * Techniker$_t$

Die folgende Abbildung zeigt das systemdynamische Modell der Verbindung von Vertriebs-/Service- und Wertsystem.

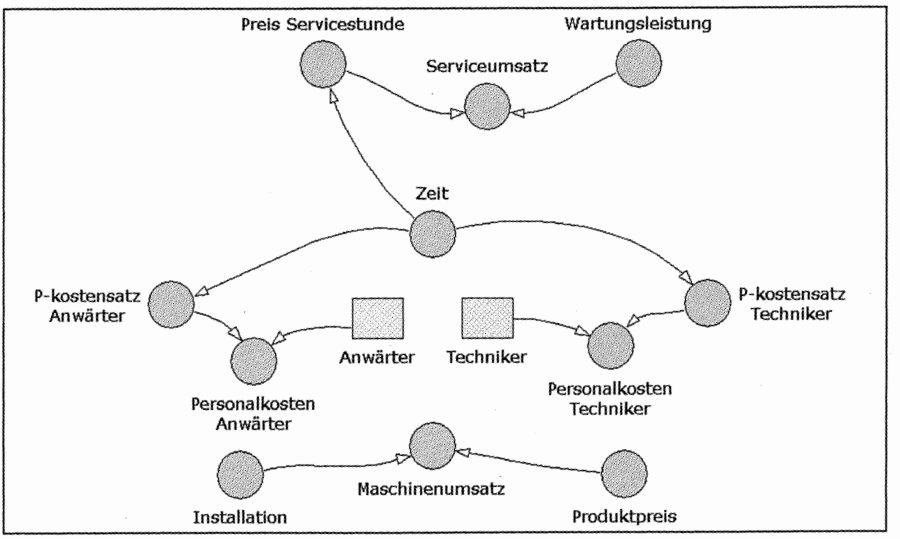


Abb. 3.24. Systemdynamisches Modell der Beziehung Service- und Wertsystem

Analog zum Subsystem Produktion gelten auch für das Subsystem Vertrieb und Service die Ausführungen bzgl. des Aufbaus von Personal. Aufgrund der langfristigen Kostenwirkung von Personal und den eingeschränkten Möglichkeiten, es kurzfristig wieder abzubauen, stellen auch die Einstellungen im Servicebereich einen Schwerpunkt in der Planung dar. Dies gilt um so mehr, da die Serviceumsatzplanung direkt von der verfügbaren personellen Kapazität abhängt. Vorgaben bei der Personalplanung bzgl. eines maximal akzeptierten Personalaufbaus im Service müssen ebenso kritisch gewertet werden wie im Produktionssystem. Da der genehmigte Personalaufbau als Zielgröße für das Ist festgehalten wird, ergibt sich mit dem aufgestellten Personalkostenbudget eine weitere künstliche Größe, welche die im Servicebereich vorgenommenen Einstellungen determiniert.

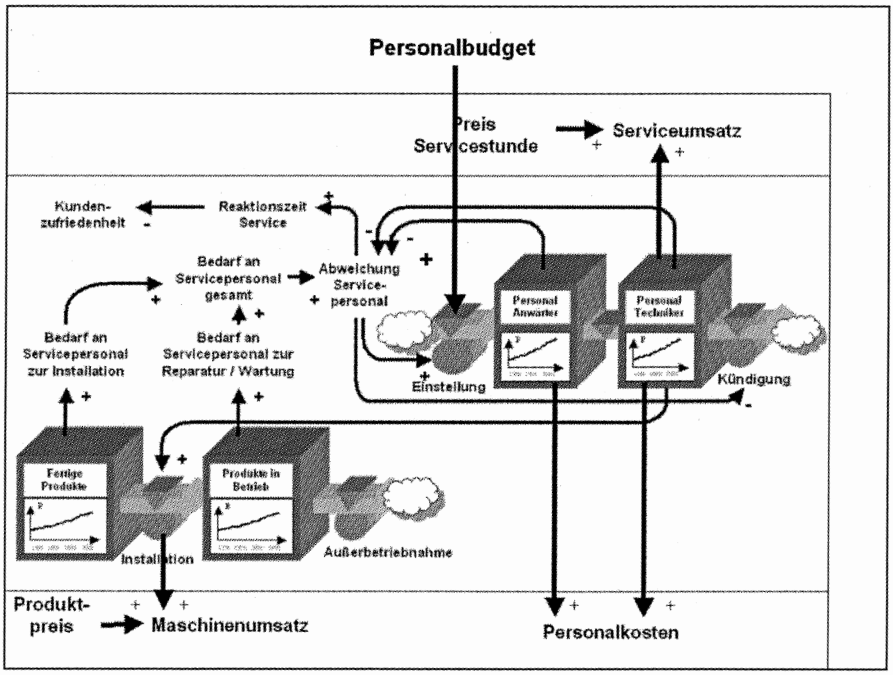


Abb. 3.25. Rückkopplung Personalbudget auf Vertriebs-/ Servicesystem

Es ist Aufgabe des Controlling, die Entwicklung des Servicepersonalbestandes nicht isoliert zu betrachten und steuern zu wollen. Vielmehr muß untersucht werden, woher eine Zunahme von Servicepersonal resultiert und inwieweit ein sinnvoller Aufbau erfolgen muß, um der Zielstellung einer vollständigen Bedienung der Nachfrage nach Serviceleistungen gerecht zu werden. Es bedarf einer Verknüpfung der Personalplanung mit der Absatzplanung und einer eingehenden Analyse der Maschinenpopulation, um den Bedarf an Serviceleistung abschätzen zu können. Eine Personalplanung im Service sollte darauf aufbauen und nicht über Pauschalansätze erfolgen. Geschieht dies nicht, sind zu hohe Kosten und sinkende Produktivität durch Personalüberhang oder auch Verzögerungen im Prozeß der Neuinstallationen aufgrund personeller Engpässe die Folge. Von größerer Bedeutung ist jedoch der Rückgang in der Leistungsfähigkeit im Service, da Reaktionszeiten steigen und dies sich zeitverzögert auf Kundenzufriedenheit und langfristig auf die Abwanderung von Kunden zum Wettbewerb auswirkt.

3.6 Elementarsektor Forschung und Entwicklung

3.6.1 FuE-System und FuE-Modell

Bisher wurden der Markt, die Produktion und der Servicebereich in eigenen Systemen untersucht und in systemdynamische Teilmodelle umgesetzt. Sollte die Untersuchung des Unternehmenssystems an diese Stelle beendet werden, wäre der Prozeß der betrieblichen Leistungserstellung in seinen wesentlichen Zusammenhänge abgebildet. Mit dem Forschungs- und Entwicklungsbereich würde jedoch ein wesentlicher Teil des Unternehmens außer Acht gelassen. In den Produkten äußern sich FuE-Aktivitäten über die Zeit in einer Zunahme des Produktnutzens und in der erreichten Produktivität. Ein Ergebnis stellen nicht zuletzt auch gänzlich neue Produktinnovationen dar, die sich auf die etablierten Produkte und ihren Markterfolg mehr oder minder stark auswirken. Ein Technologiefortschritt wird auch im betrachteten Modellunternehmen berücksichtigt. Es werden dazu Annahmen getroffen, die eine vereinfachte und überschaubare Untersuchung ermöglichen. Der technische Fortschritt soll sich in einer Zunahme des Produktnutzens ausdrücken.[48]

Von Interesse ist, aus welchen funktionellen Zusammenhängen sich die Entwicklung des Produktnutzens über die Zeit ableiten läßt. Erweiterungen in den Produktfunktionalitäten sind das Ergebnis aktiven Handelns im Unternehmen. Menschen leisten Forschungs-, Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten, deren Ergebnis sich in Form von Wissen in den Produkten wiederspiegelt. Je mehr Zeit für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten aufgewandt wird, desto mehr Wissen sammelt sich im Unternehmen an. Wird dieses Wissen als kumulierte Menge an geleisteter Forschungs- und Entwicklungszeit interpretiert, zeigt sich ein erster dynamischer Zusammenhang innerhalb des FuE-Systems.[49] Je höher die kumulierte Forschungs- und Entwicklungszeit ist, desto mehr neue bzw. bessere Funktionalitäten finden sich allmählich im Erzeugnis wieder.[50] Es liegt eine positive Korrelation vor.

---

[48] Eine Diversifizierung oder gänzliche Ablösung des erzeugten Produkts wird ausgeschlossen.

[49] Es soll angenommen werden, daß für das Produkt und dessen Herstellung relevantes Wissen nur im Unternehmen selbst gewonnen werden kann. Ein Zufluß von außen, z.B. durch den Erwerb von Patentrechten, findet nicht statt.

[50] Ähnlich beschreiben mit Wirkungsdiagrammen die Dynamik von Innovationen im FuE-Bereich bzw. die Rückkopplung auf den Umsatz: vgl. Zahn, E. (1971, S.99 und S.197), Milling, P.M. (2002, S.78), Schönit, W. (1989, S.168-175), Kortzfleisch, G.v. (1972, S.569).

Denkbar sind auch Annahmen über gewisse Sprünge im technologischen Fortschritt.[51]

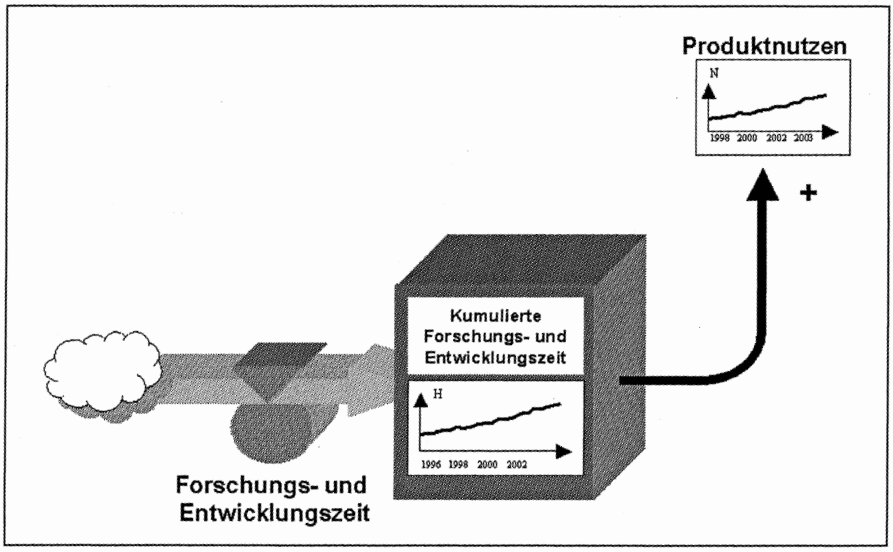


Abb. 3.26. Basisdynamik der FuE-Zeit

Der Bestand an kumulierter FuE-Zeit erhöht sich periodisch um die Höhe der in dieser Zeitspanne im Unternehmen erbrachten FuE-Zeiten.[52] Die kumuliert geleistete *FuE-Zeit* des Unternehmens wird im systemdynamischen Modell als Bestand modelliert.

L,22 Kum FuE-Zeit$_t$ [h]
= Kum FuE-Zeit$_{t-1}$
+ FuE-Zeit$_t$

Da mit der Zunahme der *kumulierten FuE-Zeit* der Produktnutzen ansteigt, wird dieser Zusammenhang mit einer GRAPH-Funktion quantitativ festgelegt.

A,40 Produktnutzen$_t$ []
= F_{GRAPH}(kum FuE-Zeit$_t$)

[51] Beispielsweise könnte eine Formulierung lauten: mit jeden weiteren 100.000 h an kumulierter FuE-Zeit ist eine neue Produktgeneration komplett entwickelt, die ein neues Produktnutzenniveau verkörpert.

[52] Eine Verringerung der kumulierten FuE-Zeit bleibt außerhalb der Betrachtung. Dies wäre als ein Verlorengehen von bereits gewonnenem Wissen zu interpretieren und ein kaum vorzustellender Sachverhalt.

Es ist offensichtlich, daß die periodisch im Unternehmen erbrachte FuE-Zeit von der Zahl der in diesem Bereich beschäftigten Mitarbeiter und deren Produktivität abhängt. Je mehr Mitarbeiter vorhanden sind und je mehr produktive Stunden sie durchschnittlich leisten, desto mehr FuE-Zeit wird erbracht. Im umgekehrten Fall erfolgt ein Rückgang der periodisch erbrachten FuE-Zeit im Falle einer Verringerung von FuE-Mitarbeiterzahl und der durchschnittlichen Produktivität jedes einzelnen. Die folgende Abbildung ergänzt den beschriebenen Zusammenhang.[53]

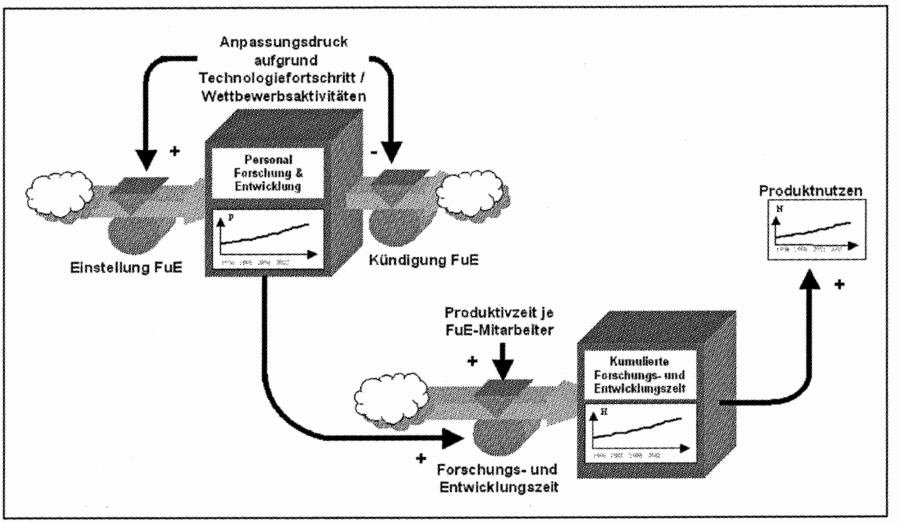


Abb. 3.27. Dynamik FuE-System

Analog den bereits erläuterten Personalgrößen wird auch das Personal im FuE-Bereich als Bestandsgröße umgesetzt, die durch Einstellungen und Kündigungen verändert wird.

L,23 FuE-Personal$_t$ [Mitarbeiter]
= FuE-Personal$_{t-1}$
+ Einstellung FuE$_t$
- Kündigung FuE$_t$

Ausgehend von der Zahl der FuE-Mitarbeiter wird die monatlich im Unternehmen erbrachte *FuE-Zeit* errechnet. Die Einführung einer neuen Kapazitätskonstante ist notwendig, um die Produktivleistung eines FuE-Mitarbeiters festzulegen.

C,23 FuE-MA Produktivzeit$_t$ [h/Mitarbeiter/Monat]

[53] Auch bei Roberts findet sich diese Struktur zur Beschreibung des Zusammenhangs von FuE-Ressourcen und des FuE-Fortschritts: vgl. Roberts, E.B. (1984, S.294).

Durch Multiplikation dieser Größe mit der Zahl der FuE-Mitarbeiter ergibt sich die monatliche FuE-Zeit.

R,40 FuE-Zeit_t [h/Monat]
$= \text{FuE-Personal}_t * \text{FuE-MA Produktivzeit}_t$

Es ist die Frage zu stellen, aus welchen Zusammenhängen sich ein Handlungsbedarf bei der Personalplanung ergibt und aus welchen Einflußgrößen die Höhe der Einstellungen und Kündigungen resultiert. Während im Produktions- und Servicebereich der Personalbedarf deterministisch aus quantifizierten Rahmendaten ermittelt wird, ist dies im Bereich Forschung und Entwicklung nicht ohne weiteres möglich. Grundsätzlich dürften der allgemeine Technologiefortschritt und die Aktivitäten des Wettbewerbs im Bereich FuE als Eingangsgrößen bei der Entscheidung über die Veränderung personeller Ressourcen im Bereich FuE anzusehen sein. Je stärker die Aktivitäten des Wettbewerbs im Bereich Forschung und Entwicklung sind und je schneller der allgemeine Technologiefortschritt ist, desto mehr Mitarbeiter müssen eingestellt werden, um weiterhin am Markt mit konkurrenzfähigen Produkten bestehen zu können. Parallel führt dies auch zu einem entsprechenden Rückgang an Kündigungen. Bei geringerem externen Druck kann die Zahl der im FuE-Bereich eingestellten Mitarbeiter auch gesenkt werden.

Für die Abbildung im Modellunternehmen soll es ausreichen, in Abhängigkeit von der *Zeit* eine auf Schätzungen basierende Personalpolitik im FuE-Bereich durch die Größe *FuE-Einstellquote* festzulegen. Der in der GRAPH-Funktion zugeordnete Funktionswert drückt eine Prozentzahl aus, um die der jeweils aktuelle Bestand an FuE-Personal durch Einstellungen und Kündigungen verändert wird. Eine positiver Wert bedeutet eine Einstellung von Personal, ein negativer Wert löst einen prozentualen Abbau von FuE-Personal aus.

A,41 $\text{FuE-Einstellquote}_t$ [1/Monat]
$= F_{GRAPH}(\text{Zeit}_t)$

Mit Hilfe des durch die *FuE-Einstellquote* gelieferten Funktionswertes werden über eine IF-THEN-Funktion die Einstellungen im FuE-Bereich formuliert.

R,41 Einstellung FuE_t [Mitarbeiter/Monat]
$=\text{IF}(\ \text{FuE-Einstellquote}_t > 0;\ \text{FuE-Einstellquote}_t\ *$
$\text{FuE-Personal}_t;\ 0)$

Analog wird die Durchführung von Kündigungen abgebildet, wenn die *FuE-Einstellquote* einen Wert < 0 liefert.

R,42 Kündigung FuE_t [Mitarbeiter/Monat]
$=\text{IF}(\text{FuE-Einstellquote}_t > 0;\ 0;\ (-1)\ *$
$\text{FuE-Einstellquote}_t * \text{FuE-Personal}_t)$

In diesem Abschnitt wurde das Subsystem für den Forschungs- und Entwicklungsbereich entwickelt und in ein System Dynamics Modell umgesetzt. Erneut orientiert sich die grafische Darstellung des systemdynamischen Modells an der Struktur des Subsystems.

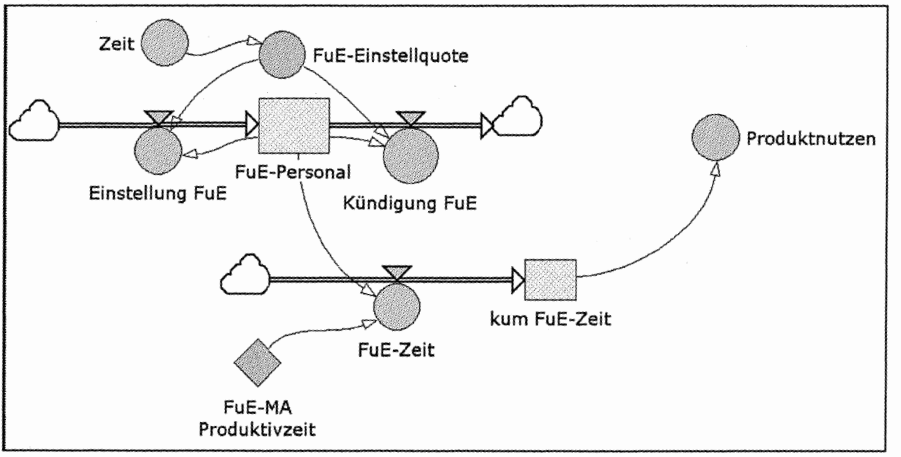


Abb. 3.28. Systemdynamisches Forschungs- und Entwicklungsmodell

3.6.2 Wertsystem und Wertmodell FuE

Auch aus dem FuE-Subsystem ergeben sich Konsequenzen für das Wertsystem des Modellunternehmens. Die wichtigste Auswirkung resultiert aus der Anzahl der Mitarbeiter. Mit dieser erhöhen oder verringern sich die Personalkosten.[54]

[54] Das durch Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten beispielsweise in der Versuchsphase auch Materialkosten entstehen, soll für die weitere Untersuchung außer acht gelassen werden.

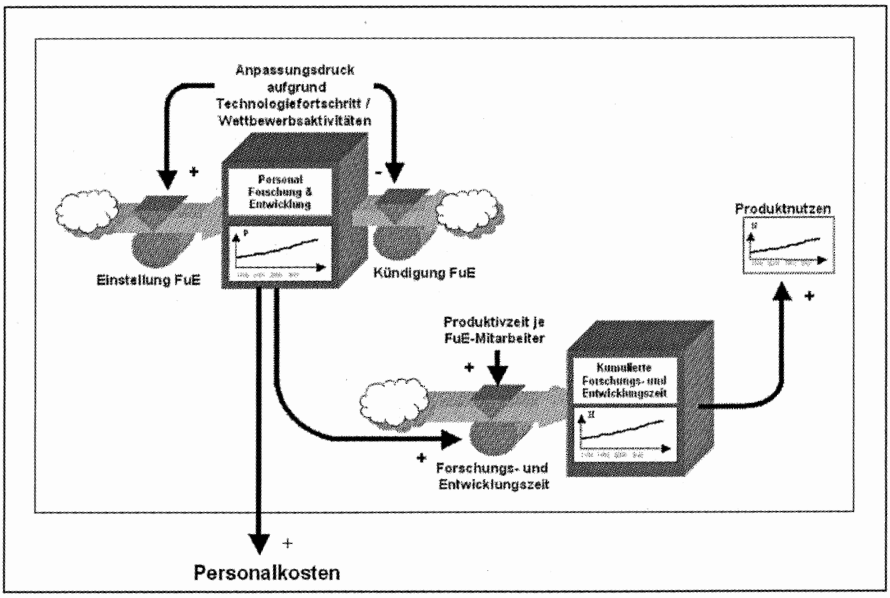


Abb. 3.29. Beziehung FuE- und Wertsystem (Personal)

Im Modell wird die Kostenwirkung des FuE-Personals analog den anderen Personalbereichen in Abhängigkeit der Zeit abgebildet.

A,43 P-kostensatz$_t$ FuE-Mitarbeiter$_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]
$= F_{GRAPH}(\text{Zeit}_t)$

Die Multiplikation mit dem *FuE-Personal* ergibt die Personalkosten.

A,44 Personalkosten FuE-Personal$_t$ [Euro/Monat]
= P-kostensatz$_t$ FuE-Mitarbeiter$_t$ *
FuE-Personal$_t$

In Ergänzung zu dem bereits im Subsystem Markt erläuterten Zusammenhang zwischen der Größe Produktnutzen und den Zu- und Abwanderungsbewegungen der Kunden wird für das Beispielunternehmen noch ein weiterer Wirkungszusammenhang mit in die Betrachtung aufgenommen. Durch eine Zunahme des Produktnutzens kann am Markt ein höherer Preis erlöst werden. Der Kunde honoriert die zusätzlichen Eigenschaften und die bessere Produktivität als ihm nutzbringende Entwicklungen. Steigt der Produktnutzen, steigt in gleicher Richtung der Preis.

Im Falle eines Rückgangs des Produktnutzens entwickelt sich auch der Preis rückläufig.[55]

Neben dem Produktnutzen soll mit dem natürlichen Preisverfall eine weitere Größe einen Einfluß auf die zeitliche Entwicklung des Preises haben. Es wird die Annahme getroffen, daß der Produktpreis am Markt bei zunehmender Dauer generell eine rückläufige Entwicklung erfährt. Die Ursache könnte in zunehmendem Konkurrenzdruck, Marktsättigungserscheinungen oder in Kostenvorteilen aufgrund von Lernkurveneffekten liegen, die in gewissen Grenzen an den Kunden weitergegeben werden.[56] Hier liegt eine negativ korrelierende Wirkbeziehung vor. Je größer der natürliche Preisverfall ausfällt, desto geringer wird der Preis. Für den umgekehrten Fall steigt der Preis aufgrund einer Verringerung des natürlichen Preisverfalls. Die untenstehende Abbildung illustriert das vollständige Subsystem.

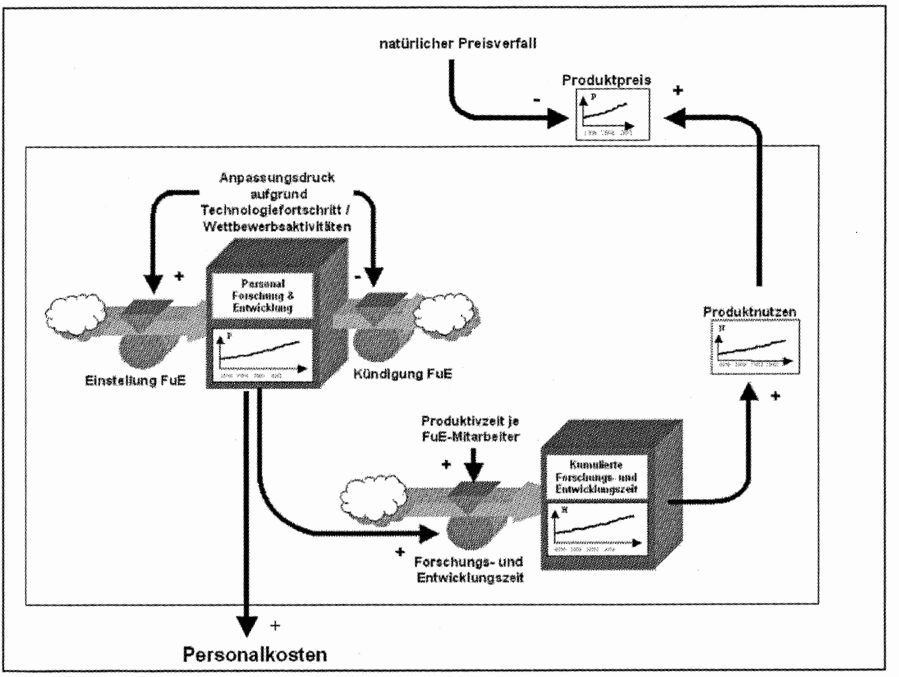


Abb. 3.30. Beziehung FuE- und Wertsystem

[55] Dieser Zusammenhang dürfte sich in der unternehmerischen Realität in ähnlicher Art und Weise wiederfinden. Es sei beispielsweise an ein „Abspecken" des Produktes gedacht, um es einerseits kostengünstiger produzieren und zu einem niedrigeren Marktpreis anbieten zu können.

[56] Milling untersuchte in ähnlicher Weise mit System Dynamics die Wechselwirkung von natürlichem Preisverfall und Technologiefortschritt bei Speicherchips: Milling, P.M. (1996).

Da mit jeder funktionellen Erweiterung der *Produktpreis* um einen bestimmten Prozentsatz angehoben werden kann, ist dies über eine graphische Funktion abzubilden. Dafür wird die Größe *Preiserhöhung* eingeführt.

A,45 Preiserhöhung_t [1/Monat]
$= F_{GRAPH}(\text{Produktnutzen}_t)$

Dies erlaubt die Abbildung unterschiedliche Aussagen zum technischen Fortschritt am Produkt. Beispielsweise kann angenommen werden, daß bezogen auf den ursprünglichen Basispreis zu Simulationsbeginn eine Preiserhöhung genau dann durchgesetzt werden kann, wenn die Produktfunktionalität aufgrund geleisteter FuE-Arbeit in den entsprechenden Wertebereich steigt. Dieser Wertbereich stellt eine neue Produktversion mit höherer Produktivität für den Kunden dar.

Zur Preisermittlung wird der *Referenzpreis* zu Simulationsbeginn im Modell als Konstante festgelegt.

C,24 Referenzpreis_t [Euro/Produkt]

Neben der durch verbesserten *Produktnutzen* erzielten Möglichkeit von Preiserhöhungen gibt es den natürlichen *Preisverfall*. Er ist abhängig von der *Zeit* und wirkt sich ebenfalls prozentual auf den *Referenzpreis* zu Beginn des Simulationszeitraums aus.

A,46 Preisverfall_t [1/Monat]
$= F_{GRAPH}(\text{Zeit}_t)$

Dieser Zusammenhang bezieht sich auf die durch das Produkt verkörperte Basistechnologie und gilt unabhängig von eventuellen, durch gesteigerten *Produktnutzen* erzielte Preiserhöhungen. Für den tatsächlich realisierten *Produktpreis* in der jeweiligen Simulationsperiode wird folgende Gleichung formuliert.

A,47 Produktpreis_t [Euro/Produkt]
$= \text{Referenzpreis} * (1 + \text{Preiserhöhung}_t - \text{Preisverfall}_t)$

Der *Referenzpreis* wird als Auswirkung des zunehmenden *Produktnutzens* um den geltenden prozentualen Anteil erhöht, wohingegen parallel eine prozentuale Absenkung aufgrund des permanent wirkenden *Preisverfalls* erfolgt. Diese nun berechnete Größe *Produktpreis* wurde bereits zur Berechnung des *Auftragseingangs* und des *Maschinenumsatzes* im Markt- und Servicemodell verwendet und stellt damit eine besonders wichtige Schnittstelle zwischen den einzelnen Teilmodellen dar. Die folgende Abbildung zeigt das systemdynamische Modell der finanziellen Auswirkungen von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

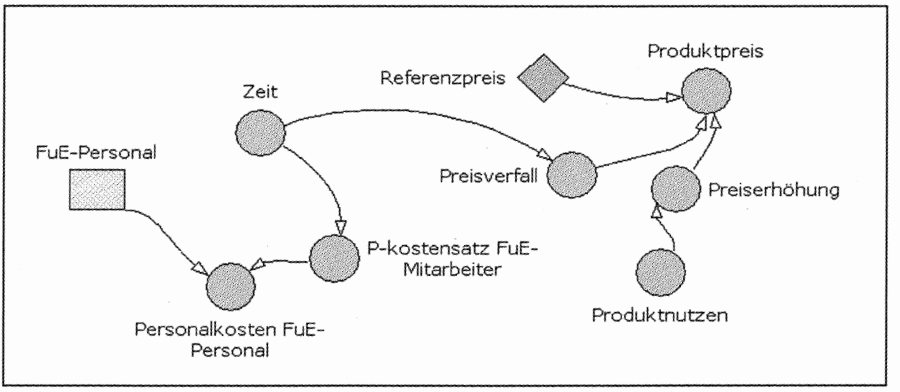


Abb. 3.31. Systemdynamisches Modell der Beziehung FuE- und Wertsystem

Natürlich gelangt auch der Forschungs- und Entwicklungsbereich in den Blickpunkt der Controllingaktivitäten. Erneut werden bei der Budgetierung künstlich steuernde Systemeingriffe vorgenommen, deren langfristige Auswirkungen nicht unmittelbar und vollständig sichtbar werden. Dies gilt um so mehr, je kürzer der Planungshorizont ausgerichtet wird. Im Rahmen der Personalplanung wird die Zahl der Neueinstellungen im FuE-Bereich festgelegt. Orientiert sich diese ausschließlich an finanziellen Rahmenbedingungen des Gesamtunternehmens und wird aufgrund dieser restriktiv vorgegangen, folgt ein langsameres Wachstum der kumulierten FuE-Zeit. Entsprechend zeitverzögert kommt es zu Erhöhungen des Produktnutzens. Es gilt auch im FuE-System sicherzustellen, daß die Personalplanung nicht isoliert zur Erreichung bestimmter Zielkennzahlen durchgeführt wird. Vielmehr sind die vorhandenen Wirkungszusammenhänge einzubeziehen. Aufgabe des Controlling ist es, die ursächlichen Gründe für einen notwendigen Personalaufbau zu erkennen und eine Integration der Personalplanung mit der eher langfristig orientierten Planung der gesamten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des Unternehmens sicherzustellen. Es gilt bei der operativen Planung, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen finanziellen Sachzwängen und künftigen technisch-funktionalen Notwendigkeiten zu finden. Da der langfristige Markterfolg von den Aktivitäten im FuE-Bereich abhängt, ist es gefährlich, diesem Gleichgewicht nicht ausreichend Aufmerksamkeit zu widmen oder gar mit Pauschalansätzen zu arbeiten.

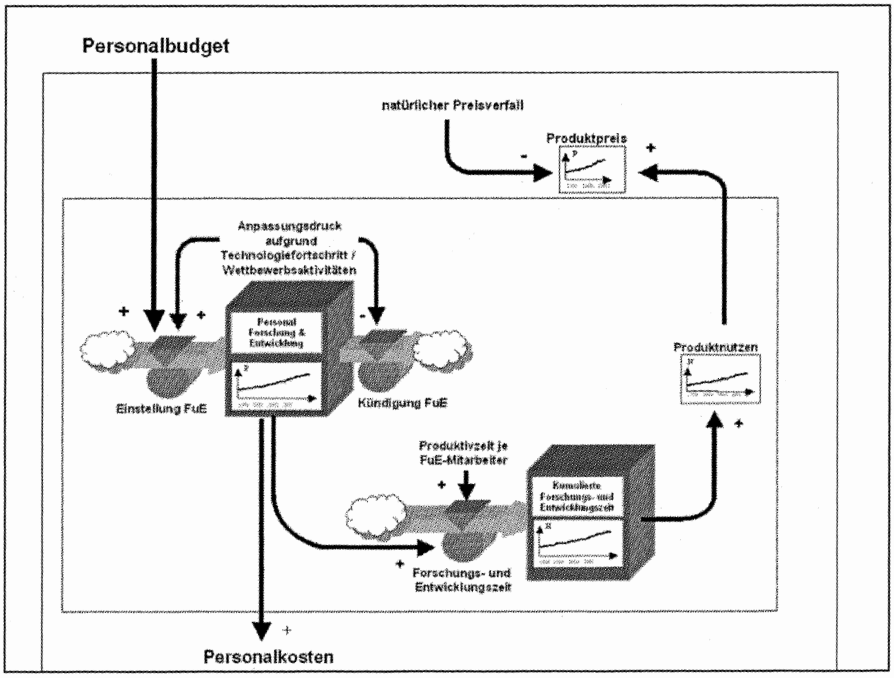


Abb. 3.32. Rückkopplung von Personalbudget auf FuE-System

3.7 Elementarsektor Verwaltung

3.7.1 Verwaltungssystem und Verwaltungsmodell

Zur Vervollständigung des Modellunternehmens werden in diesem Abschnitt Verwaltungs- und Zentralbereiche systemdynamisch dargestellt. Es erfolgt eine Untersuchung des allgemeinen Verwaltungsbereichs bestehend aus Unternehmensleitung, Marketing, Vertrieb, Einkauf, Finanzen sowie der Personalabteilung und Informationstechnologie (IT) als unternehmensinterne Dienstleister.[57]

Es stellt sich die Frage, aus welchen Abhängigkeiten die Entwicklung dieser Bereiche über die Zeit resultiert. Im Gegensatz zu direkt produktiven Bereichen, die quantitativ über die Produktion ermittelbar sind, gestaltet sich dies hier deutlich schwieriger. Im ersten Schritt wird angenommen, daß mit dem Wachstum der Produktion und des Umsatzes mehr Mitarbeiter und Kapital im Unternehmen vor-

[57] Weitere Bereiche wie Organisation, Strategie, Werkschutz etc. sollen hier vernachlässigt werden.

handen sind. Zu einer geordneten Abwicklung der wertschöpfenden Unternehmensprozesse ist auch ein in gewissen Grenzen paralleles Wachstum der Verwaltungsstrukturen notwendig. Dazu wird als geeignete Hilfsgröße die Zahl der Gesamtbelegschaft des Modellunternehmens betrachtet. Sie soll als erster maßgeblicher Indikator des Wachstums der Verwaltungsbereiche angesehen werden.

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die Personalbestände in den Bereichen Fertigung, Montage, Service sowie Forschung und Entwicklung in ihren dynamischen Zusammenhängen abgebildet. Sie stellen den überwiegenden Teil der Größe *Gesamtbelegschaft*. Nun werden der allgemeine Verwaltungs-, der IT- und der Personalbereich in die Untersuchung aufgenommen. Die folgende Abbildung zeigt die Personalbestände und deren Wirkung auf die Höhe der Gesamtbelegschaft des Unternehmens.

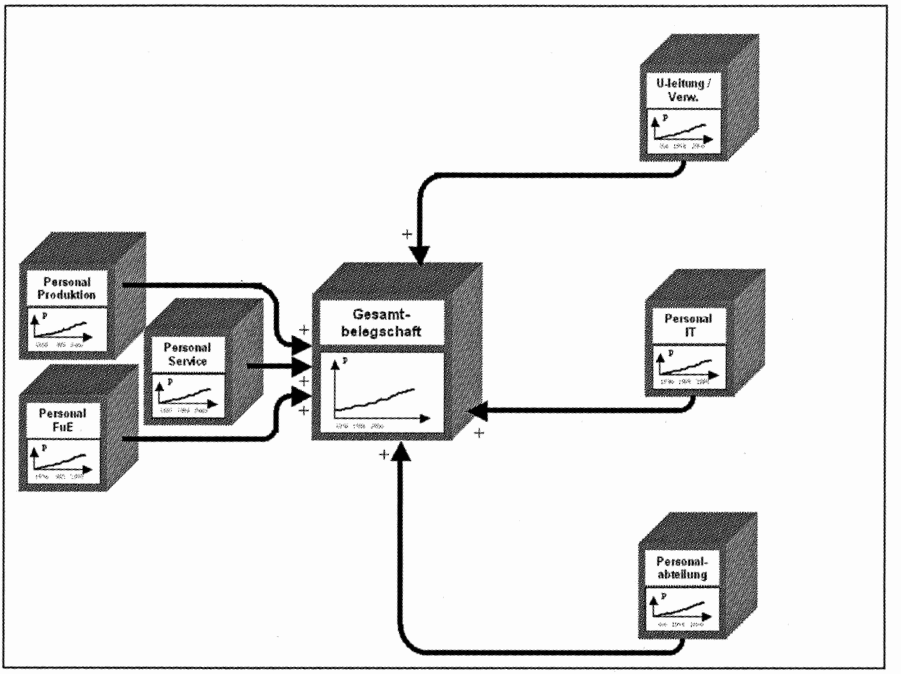


Abb. 3.33. Basisdynamik Gesamtbelegschaft

Da sich die Gesamtbelegschaft aus der Summe aller Teilbelegschaften ergibt, ist diese direkt und positiv von deren Höhe abhängig. Im Falle einer Veränderung bei den Teilbelegschaften ändert sich die Zahl der Gesamtbelegschaft in gleicher Höhe.

In einer Gleichung wird die *Gesamtbelegschaft* durch die Summe aller Personalbestände innerhalb des Unternehmens ermittelt.

A,48 Gesamtbelegschaft$_t$ [Mitarbeiter]
= Fertigungspersonal$_t$ + Montagepersonal$_t$ + Anwärter$_t$ + Techniker$_t$ + FuE-Personal$_t$ + Personal IT$_t$ + Personal Vw$_t$+ Personal Pa$_t$

Bei Betrachtungen zu Personalbeständen wurden bereits Einstellungen und Kündigungen als elementare Einflußgrößen beschrieben. Entsprechend kommt es auch im Verwaltungs-, im IT- sowie im Personalabteilungsbereich zu Einstellungen und Kündigungen.

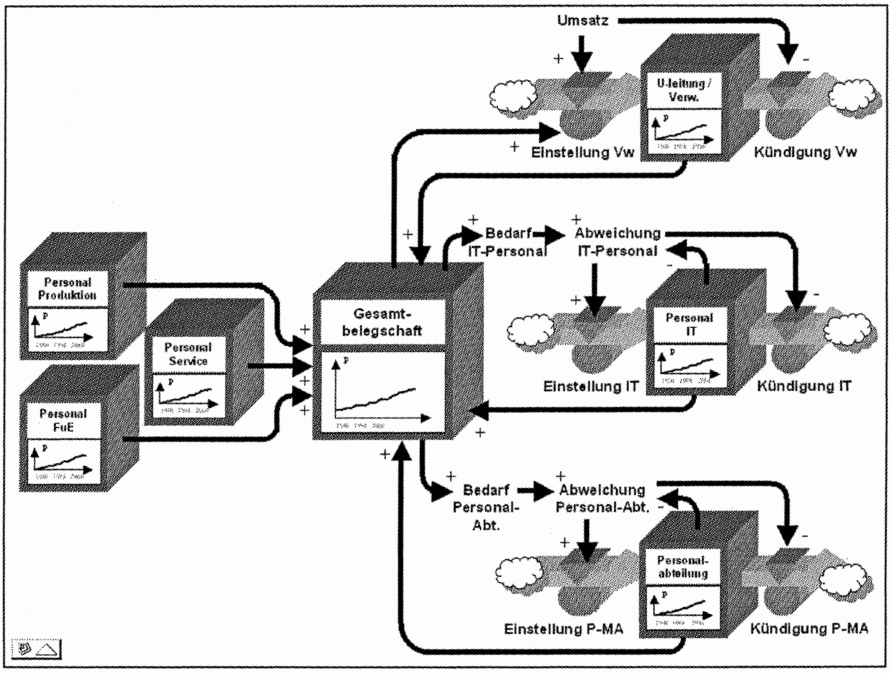


Abb. 3.34. Basisdynamik des Verwaltungssystems (Personal)

Für die Entwicklung des Personalbestandes im Verwaltungsbereich sind relevante Einflußgrößen am schwierigsten festzulegen. Die Belegschaftszahl dürfte einen positiven Einfluß haben, da zunehmende Leitungs- und Koordinationsfunktionen wahrgenommen werden müssen. Als ein weiterer Einfluß ist eine monetäre Größe wie beispielsweise der Umsatz einzubeziehen. Über dessen Wachstum läßt sich zunehmender Personalbedarf im Vertrieb ableiten, da eine steigende Zahl an Kunden betreut werden muß. Auch im Finanzbereich erhöht sich der Bedarf im Fall eines starken Umsatzwachstums, da der Umfang der mit der gestiegenen Produktion einhergehenden Aufgaben zunimmt. Dazu zählen z.B. ein erhöhtes Einkaufsvolumen mit Auswirkungen auf Einkaufsabteilung und Kreditorenbuchhaltung. Gleiches gilt für die Debitorenbuchhaltung und Aufgaben im Mahnwesen.

Selbst für das Controlling nehmen Unternehmensplanung und Berichtswesen an Umfang und Bedeutung zu.

Den Ausgangspunkt bildet der Bestand an Verwaltungspersonal.

L,24 Verwaltungs-MA_t [Mitarbeiter]
= Verwaltungs-MA_{t-1}
+ Einstellung Vw_t
- Kündigung Vw_t

Die Entwicklung des Verwaltungspersonals wird in Abhängigkeit der Gesamtbelegschaft modelliert. Ausgehend von der Annahme, daß mit jeder größeren Zu- bzw. Abnahme der Gesamtbelegschaft ein weiterer Mitarbeiter im allgemeinen Verwaltungsbereich notwendig bzw. überzählig wird, findet eine Konstante als Ausdruck diese Personalrelation Eingang in das Modell.

C,25 Personalrelationssatz$_t$ [Mitarbeiter/Mitarbeiter]

Eine Abweichung ergibt sich aus der Differenz des durch die Relation abgeleiteten Bedarfs und dem aktuellen Verwaltungspersonalbestand.

A,49 Abweichung Personalrelation$_t$ [Mitarbeiter]
= Gesamtbelegschaft$_t$ * Personalrelationssatz$_t$ - Verwaltungs-MA_t

Der Funktionswert wird positiv, wenn der Bedarf den aktuellen Bestand übersteigt. Im gegenteiligen Fall ergibt sich bei überzähligem Verwaltungspersonal ein negativer Wert.

Bevor die Größen Einstellung und Kündigung für den Verwaltungsbereich modelliert werden können, ist der über den Umsatz wirkende Einfluß auf die Entwicklung abzubilden. Analog dem Einfluß der Gesamtbelegschaft soll eine Korrelation für den Umsatz gelten. Ab einer bestimmten Umsatzänderung wird jeweils ein oder mehrere Mitarbeiter auf- bzw. abgebaut. Diese Konstante lautet wie folgt.

C,26 Umsatzrelationssatz$_t$ [Mitarbeiter/(Euro/Monat)]

Für die Ermittlung der Abweichung ergibt sich die Vorschrift.

A,50 Abweichung Umsatzrelation$_t$ [Mitarbeiter]
= Maschinenumsatz$_t$ * Umsatzrelationssatz$_t$ - Verwaltungs-MA_t

Für Einstellungen im Verwaltungsbereich wird die Gleichung unter Verwendung einer IF-THEN-Funktion formuliert.

R,43 Einstellung Vw_t [Mitarbeiter/Monat]
=(IF(Abweichung $Personalrelation_t < 0$; 0;
Abweichung $Personalrelation_t$ $_t$) +
IF(Abweichung $Umsatzrelation_t < 0$; 0;
Abweichung $Umsatzrelation_t$)) / 1[Monat]

Analog ergibt sich die mathematische Vorschrift zur Ermittlung der Kündigungen.

R,44 Kündigung Vw_t [Mitarbeiter/Monat]
=(IF(Abweichung $Personalrelation_t > 0$; 0;
Abweichung $Personalrelation_t$ *(-1)) +
IF(Abweichung $Umsatzrelation_t > 0$; 0; Abweichung $Umsatzrelation_t$ *(-1))) / 1[Monat]

Als dienstleistungsorientierte Bereiche im Unternehmen werden jetzt die IT- und die Personalabteilung einer näheren Untersuchung unterzogen. Erneut ist der Bedarf an Mitarbeitern durch die Höhe der Gesamtbelegschaft bestimmt. Dies leitet sich im IT-Bereich einerseits von der Zahl an zu betreuenden Rechnern, Software und sonstigen Systemen ab. Andererseits steigt die Komplexität der Systemlandschaft im Unternehmen, zu deren Beherrschung es einer leistungsfähigen IT-Abteilung bedarf. Folglich entsteht ein Defizit, falls der Bedarf an IT-Personal den aktuellen Bestand übersteigt. In diesem Fall werden Einstellungen durchgeführt. Sollte bei einem Rückgang der Gesamtbelegschaft der Bedarf an IT-Personal sinken, führt dies zu einer Verringerung der Abweichung. Sollte ein personeller Überhang festgestellt werden, steigt auch in diesem Bereich die Zahl der Kündigungen.

Mit zunehmender Zahl der Gesamtbelegschaft steigt der Bedarf an Mitarbeitern in der Personalabteilung. Dies ist nachvollziehbar, wenn die Aufgaben der Personalabteilung betrachtet werden. Der Umfang von Personalabrechnungen, Mitarbeitergesprächen, Weiterbildungs- und Förderaktivitäten sowie Aktivitäten im Personalmarketing leitet sich aus der Zahl der vom Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter ab. Da die dynamischen Zusammenhänge für IT- und Personalabteilung identisch sind, erhalten die Gleichungen eine ähnliche Struktur.

L,25 $IT\text{-}MA_t$ [Mitarbeiter]
= $IT\text{-}MA_{t-1}$
+ Einstellung IT_t
- Kündigung IT_t

L,26 $Personal\text{-}MA_t$ [Mitarbeiter]
= $Personal\text{-}MA_{t-1}$
+ Einstellung $P\text{-}MA_t$
- Kündigung $P\text{-}MA_t$

Veränderungen im Personalbestand der Personal- und IT-Abteilung werden notwendig, wenn sich die Gesamtbelegschaft ändert. An dieser Stelle wird die Einführung von Größen notwendig, welche die Intensität der Abhängigkeit ausdrücken. Sie lassen sich als Produktivitäts- bzw. Kapazitätskennzahlen interpretieren und drücken die Intensität der Betreuung durch die Personal- und IT-Abteilung aus. Geringfügige Personalanstiege liegen im Rahmen der Toleranz und werden durch Mehrarbeit und Anpassung der Betreuintensität ausgeglichen.

C,27 Kapazität IT-MA_t [Mitarbeiter/Monat/Mitarbeiter]

C,28 Kapazität Pa-MA_t [Mitarbeiter/Monat/Mitarbeiter]

Für die Abweichungsgrößen lauten die Gleichungen wie folgt.

A,51 IT-MA-Abweichung$_t$ [Mitarbeiter]
= (Gesamtbelegschaft$_t$ / Kapazität IT-MA_t) /1 [Monat] – IT-MA_t

A,52 Personal-MA-Abweichung$_t$ [Mitarbeiter]
= (Gesamtbelegschaft$_t$ / Kapazität Pa-MA_t) /1 [Monat] – Personal-MA_t

Erneut regelt eine Fallabfrage die Höhe der Einstellungen und Kündigungen. In Abhängigkeit des Wertes der Abweichungsgrößen werden entweder Einstellungen oder Kündigungen ausgelöst.[58]

R,45 Einstellung IT_t [Mitarbeiter/Monat]
=IF(IT-MA-Abweichung$_t$ < 0; 0 ; IT-MA-Abweichung$_t$ /1[Monat])

R,46 Einstellungen P-MA_t [Mitarbeiter/Monat]
=IF(Personal-MA-Abweichung$_t$ < 0; 0 ; Personal-MA-Abweichung$_t$ /1[Monat])

R,47 Kündigung IT_t [Mitarbeiter/Monat]
=IF(IT-MA-Abweichung$_t$ > 0; 0 ; IT-MA-Abweichung$_t$ / (-1)[Monat])

R,48 Kündigungen P-MA_t [Mitarbeiter/Monat]
=IF(Personal-MA-Abweichung$_t$ > 0; 0 ; Personal-MA-Abweichung$_t$ / (-1)[Monat])

[58] Mit Hilfe einer Rundungsfunktion werden im Modell ganzzahlige Werte generiert, um den sprunghaften Charakter der Abhängigkeit von der Entwicklung der Gesamtbelegschaft abzubilden.

Nach den personellen Zusammenhängen in der Verwaltung werden jetzt die IT-Ausstattung und die vom Unternehmen belegten Flächen analysiert.

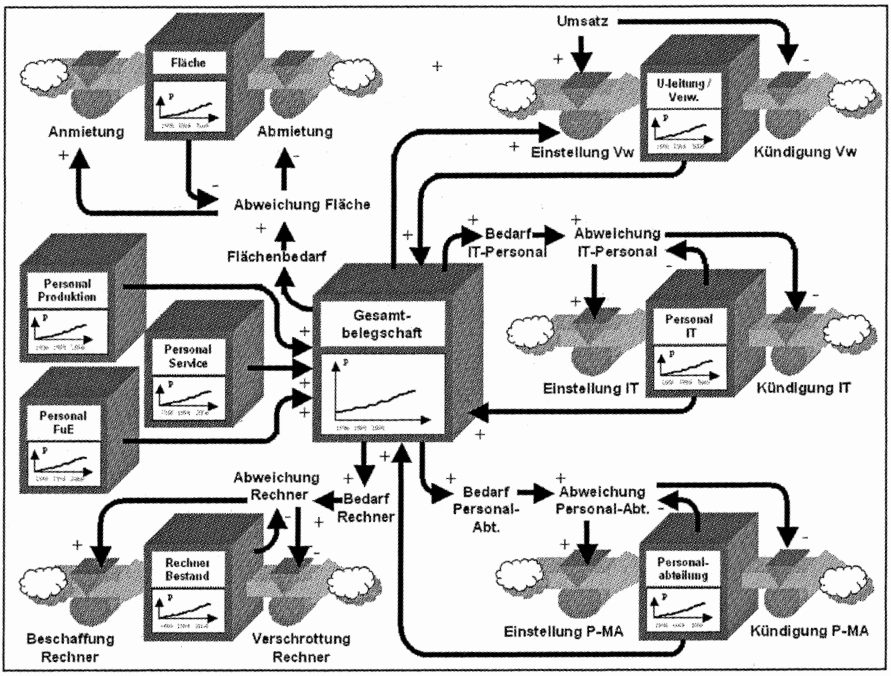


Abb. 3.35. Dynamik Verwaltungssystem

In der obenstehenden Abbildung wird der Bestand an IT-Equipment, d.h. die Anzahl der Einzelrechner, Server, Software und sonstigen Ausstattung im Unternehmen als Abhängigkeit von der Gesamtbelegschaft dargestellt. Die IT-Ausstattung bildet in Analogie zum Fertigungs- und Montagebereich die Werkzeuge bzw. Betriebsmittel des Verwaltungsbereichs. Daher gelten auch hier die im Produktionssystem beschriebenen Zusammenhänge. Je mehr Mitarbeiter im Unternehmen beschäftigt sind, desto mehr Rechner und Software werden genutzt. Bei einem Rückgang der Gesamtbelegschaft wird sich der Umfang der Beschaffungen verringern. Sollte die Gesamtbelegschaft in so starkem Maße zurückgehen, daß die aktuelle Rechner-Ausstattung überdimensioniert ist, wird sie durch außerordentliche Verschrottungen reduziert. In der Regel hat das IT-Equipment nur eine begrenzte Lebensdauer, wodurch es nach einer gewissen Zeit immer zu Verschrottungen kommt. Damit notwendig werdende Ersatzbeschaffungen werden über den Abgleich von Bedarf und Bestand in der Größe *Abweichung Rechner* initiiert.

Der Bestand an IT-Equipment wird aus Gründen der Einfachheit im systemdynamischen Modell über die Dimension Anzahl Rechner gemessen und soll Soft-

ware beinhalten. Die Anzahl der Rechner wird mit einer Bestandsgröße abgebildet, die sich durch Beschaffungen erhöht und durch Verschrottungen verringert.

L,27 $Rechner_t$ [Rechner]
= $Rechner_{t-1}$
+ Beschaffung $Rechner_t$
- Verschrottung $Rechner_t$

Zur Feststellung einer eventuellen Notwendigkeit der Beschaffung neuer Rechner wird eine kapazitätsbezogene Größe eingeführt. Sie drückt die durchschnittlich je Mitarbeiter benötigten Rechnereinheiten aus.

C,29 $Rechnerbedarf_t$ [Rechner/Mitarbeiter]

Zur Ermittlung eines Defizits an Rechnern werden die Größen *Gesamtbelegschaft*, der aktuelle Bestand an *Rechnern* sowie die Konstante *Rechnerbedarf* herangezogen.

A,53 Abweichung $Rechner_t$ [Rechner]
= $Gesamtbelegschaft_t$ * $Rechnerbedarf_t$ -
$Rechner_t$

In dieser Formel wird durch Multiplikation der *Gesamtbelegschaft* mit der Konstante *Rechnerbedarf* der Bedarf an *Rechnern* ermittelt. Sollte dieser größer sein als die Zahl der vorhandenen, ergibt sich ein positiver Wert für die Größe *Abweichung Rechner*. Im Falle eines Überschusses an Rechnern wird der Wert in der jeweiligen Periode negativ. Die Beschaffung von Rechnern wird mit einer IF-THEN Funktion modelliert.

R,49 Beschaffung $Rechner_t$ [Rechner/Monat]
=IF(Abweichung $Rechner_t$ < 0; 0 ;
Abweichung $Rechner_t$ /1[Monat])

Ein Kauf neuer Rechner findet nur dann statt, wenn ein Defizit vorliegt. Die Menge der dann beschafften Rechner entspricht exakt dem in der Periode festgestellten Defizit.[59] Aufgrund der begrenzten Lebensdauer findet eine regelmäßige Verschrottung der älteren Rechner statt, so daß dies im Modell Berücksichtigung finden muß. Die durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer eines Rechners wird über eine Modellkonstante formuliert.

C,30 Nutzungsdauer $Rechner_t$ [Monat]

[59] Es sind keine beschaffungswirtschaftlichen Restriktionen vorhanden. Es existiert kein Verzug zwischen Bestellung und Anlieferung bzw. Inbetriebnahme der Rechner und ein Ausfall der Lieferanten kommt ebenfalls nicht als Risiko in Betracht.

Für die Verschrottung von Rechnern wird die VINTAGE-Funktion verwendet.

R,50 Verschrottung $Rechner_t$ [Rechner/Monat]
= $Rechner_t$ / Nutzungsdauer $Rechner_t$

Um das Modell zu vervollständigen, wird die vom Unternehmen belegte Fläche mit in die Betrachtung einbezogen. Dazu zählen Büro- und Produktionsflächen. Auch diese Größe hängt von der Entwicklung der *Gesamtbelegschaft* ab. Sie kann bis zu einem bestimmten Punkt wachsen, ohne daß weitere Flächen angemietet oder gekauft werden müssen. Ab dieser Grenze wird jedoch eine Ausweitung der genutzten Flächen notwendig, um weiteres Wachstum der betrieblichen Produktion zu ermöglichen bzw. um den neuen Mitarbeitern Büros zur Verfügung stellen zu können. Aus dem Anstieg der Gesamtbelegschaft resultiert grundsätzlich ein zusätzlicher Flächenbedarf, dem die Zahl der gegenwärtig genutzten Flächen gegenübersteht. Ergibt sich ein Defizit als Ausdruck unzureichender Flächen, werden weitere Flächen angemietet. Wird im gegenteiligen Fall ein Überhang an Flächen festgestellt, wird die Zahl neu angemieteter Flächen zumindest rückläufig sein oder auf Null zurückgehen. Statt dessen wird in dieser Situation verstärkt versucht werden, überschüssige Fläche abzukündigen oder fremd zu vermieten. Es ist darauf hinzuweisen, daß bei der Anmietung oder Abkündigung von Flächen nicht von der Möglichkeit der Anpassung mit jeder einzelnen Belegschaftsänderung ausgegangen werden kann. Lediglich bei Büroflächen ist dies denkbar. Die Entwicklung der belegten Flächen dürfte eher einen sprungfixen Charakter haben, da sich Flächenanpassungen in der Regel auf ganze Gebäude beziehen, in denen eine größere Zahl an Mitarbeiter arbeiten können.

Die vom Modellunternehmen belegte Fläche wird als Bestandsgröße modelliert, die durch An- bzw. Abmietungen verändert wird.

L,28 $Fläche_t$ [qm]
= $Fläche_{t-1}$
+ $Anmietung_t$
- $Abmietung_t$

Zur Bestimmung des Flächenbedarfs in Abhängigkeit der Gesamtbelegschaft ist erneut die Einführung einer Konstante notwendig, die den durchschnittlichen qm-Bedarf eines Mitarbeiters ausdrückt.

C,31 $Flächenbedarf_t$ [qm/Mitarbeiter]

Über eine Differenzbildung von Flächenbedarf und Flächenbestand wird die Abweichungsgröße bestimmt.

A,54 Abweichung $Fläche_t$ [qm]
= $Gesamtbelegschaft_t$ * $Flächenbedarf_t$ - $Fläche_t$

Ergibt diese Gleichung einen positiven Funktionswert, ist zusätzliche Fläche zur Bedarfsdeckung anzumieten, andernfalls muß Fläche abgekündigt werden. Es soll jedoch noch dem Sachverhalt Rechnung getragen werden, wonach ein Unternehmen in der Regel nicht beliebig auch kleinere Flächeneinheiten kurzfristig an- und abkündigen kann. Vielmehr dürften ganze Gebäude und Gebäudeteile Gegenstand eines Mietvertrages werden. Nur in diesen Dimensionen lassen sich Anpassungen vornehmen. Es erfolgt die Einführung einer Hilfskonstante, die eine gewisse Mindestabweichung voraussetzt.

C,32 $\text{Toleranzschwelle}_t$ [qm]

Für die Anmietung neuer Flächen wird vorausgesetzt, daß der festgestellte Zusatzbedarf mindestens den Wert der *Toleranzschwelle* erreicht. Ist er kleiner, wird keine zusätzliche Fläche angemietet. In dieser Situation müssen die Mitarbeiter auf engerem Raum zusammenarbeiten. Ist der festgestellte Bedarf größer, wird genau der zusätzliche Bedarf angemietet.

R,51 Anmietung_t [qm/Monat]
=IF(Abweichung Fläche_t > $\text{Toleranzschwelle}_t$;
Abweichung Fläche_t; 0) / 1[Monat]

Ähnlich wird die Gleichung für die Abmietung bereits belegter Fläche modelliert. Erst mit einem Flächenüberschuß, der größer als die *Toleranzschwelle* ist, wird überhaupt eine Abmietung möglich.[60]

R,52 Abmietung_t [qm/Monat]
=IF(Abweichung Fläche_t > - $\text{Toleranzschwelle}_t$;
Abweichung Fläche_t* (-1) ; 0) / 1[Monat]

Der Aufbau des systemdynamischen Modells orientiert sich erneut an der grafischen Darstellung des erarbeiteten Systems. Eine zentrale Rolle spielt die Größe *Gesamtbelegschaft*. Da es sich in diesem Teilmodell um eine rein informatorische Größe handelt, wird sie nicht als Bestands-, sondern als Hilfsgröße umgesetzt.

[60] Falls diese Schwelle überschritten wird, kann exakt der Überschuß an Fläche ohne jeden Zeitverzug abgemietet werden.

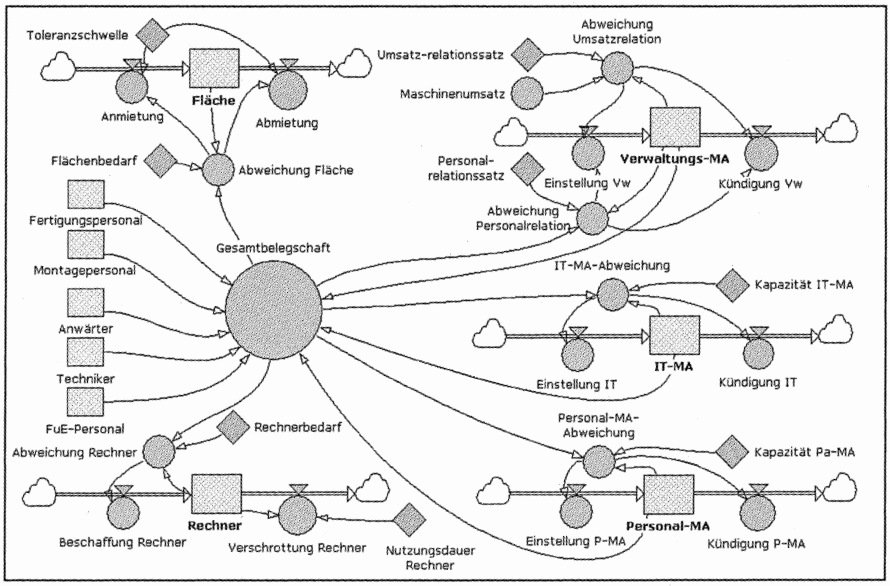


Abb. 3.36. Systemdynamisches Verwaltungsmodell

3.7.2 Wertsystem und Wertmodell Verwaltung

Als wesentlicher Einfluß auf das finanzielle Ergebnis ist auch im Subsystem Verwaltung das Personal zu nennen. Mit zunehmender Personalzahl in den Bereichen Verwaltung, IT und Personal steigen die Personalkosten. Eine Absenkung der Personalkosten kann nur durch einen Rückgang des Personals erreicht werden. Da bereits in den vorangegangenen Abschnitten die Personalzahlen im Fertigungs-, Montage-, Service- und FuE-Bereich auf ihre finanziellen Auswirkungen erläutert wurden, soll dies nicht weiter vertieft werden.

Es wird davon ausgegangen, daß mit der Zahl der Mitarbeiter in diesem Bereich auch die Marketingaktivitäten und damit verbunden die Marketingkosten steigen. Es sind dazu Werbemaßnahmen aller Art denkbar, bei denen auch erheblich Fremdleistungen notwendig werden. In der folgenden Abbildung wurde das Subsystem Verwaltung um diesen funktionellen Zusammenhang ergänzt.[61]

[61] Zusätzliche Kosten, die durch Personalbeschaffung für die Zentralbereiche auftreten, werden in dieser Abbildung vernachlässigt.

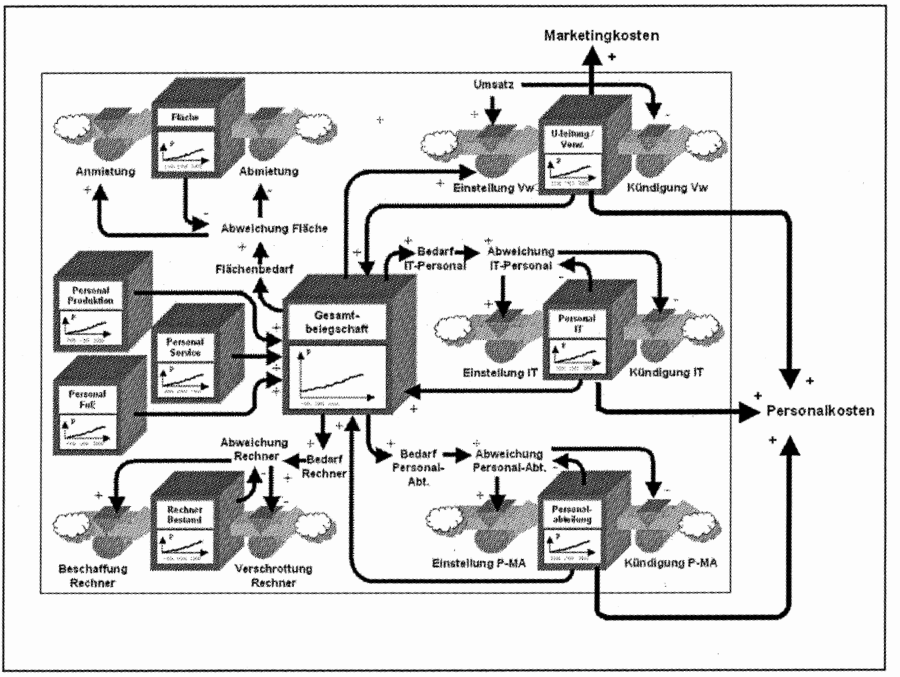


Abb. 3.37. Beziehung Verwaltungs- und Wertsystem (Personal / Marketing)

Für die Modellierung der Personalkosten der Zentralbereiche gelten die Gleichungsstrukturen aus den vorangegangenen Abschnitten. Es erfolgt die Abbildung der Kostensätze in Abhängigkeit der Zeit mit einer GRAPH-Funktion und anschließend die Multiplikation des Kostensatzes mit der Personalzahl.

A,55 P-kostensatz Verwaltungs-MA_t [Euro/Mitarbeiter/Monat]
$= F_{GRAPH}(Zeit_t)$

A,56 Personalkosten Verwaltungs-MA_t [Euro/Monat]
= P-kostensatz Verwaltungs-MA_t * Verwaltungs-MA_t

Analog erfolgt die Formulierung der Gleichungen zu den IT-Personalkosten und den Kosten der Personalabteilung.

A,57 P-kostensatz IT-MA_t [Euro/Mitarbeiter/Monat]
$= F_{GRAPH}(Zeit_t)$

A,58 Personalkosten IT-MA_t [Euro/Monat]
= P-kostensatz IT-MA_t * IT-MA_t

A,59 P-kostensatz Personal-MA_t [Euro/Mitarbeiter/Monat]
$= F_{GRAPH}(Zeit_t)$

A,60 Personalkosten Personal-MA_t [Euro/Monat]
= P-kostensatz Personal-MA_t * Personal-MA_t

Für die Abbildung der Marketingkosten wird von einem konstanten Satz ausgegangen. Er drückt den durchschnittlichen Betrag aus, der von jedem Mitarbeiter der Verwaltung für Marketing ausgegeben wird.[62]

C,33 $Marketingquote_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]

Durch Multiplikation der *Marketingquote* mit dem Personalbestand errechnen sich die Marketingkosten je Periode.

A,61 $Marketingkosten_t$ [Euro/Monat]
= $Marketingquote_t$ * Verwaltungs-MA_t

Neben dem Personal werden auch die finanziellen Auswirkungen der IT-Anlagegüter deutlich. Die Beschaffung von Rechnern und Software im IT-Bereich stellt eine Investitionen dar. Je mehr Geräte und Software in der Betrachtungsperiode beschafft werden, desto höher ist die Investitionssumme. Eine Voraussetzung ist die Konstanz der Preise.[63] Der gleiche Zusammenhang gilt für die Verschrottung dieser Anlagegüter. Je mehr Rechner verschrottet werden, desto mehr Abschreibungen als wertmäßiger Ausdruck dieser Aktion fallen ergebnisbelastend an. Im Normalfall werden die Anlagegegenstände linear über die geplante Nutzungsdauer abgeschrieben. Gedanklich entspricht dies einer periodisch anteilig gebuchten Verschrottung.

[62] Denkbar wäre auch eine Abhängigkeitsfunktion vom Umsatz oder anderen Einflußgrößen.

[63] Der Zusammenhang zwischen Menge und Preis auf das Investitionsvolumen wurde bereits im Produktionssystem hinreichend erläutert.

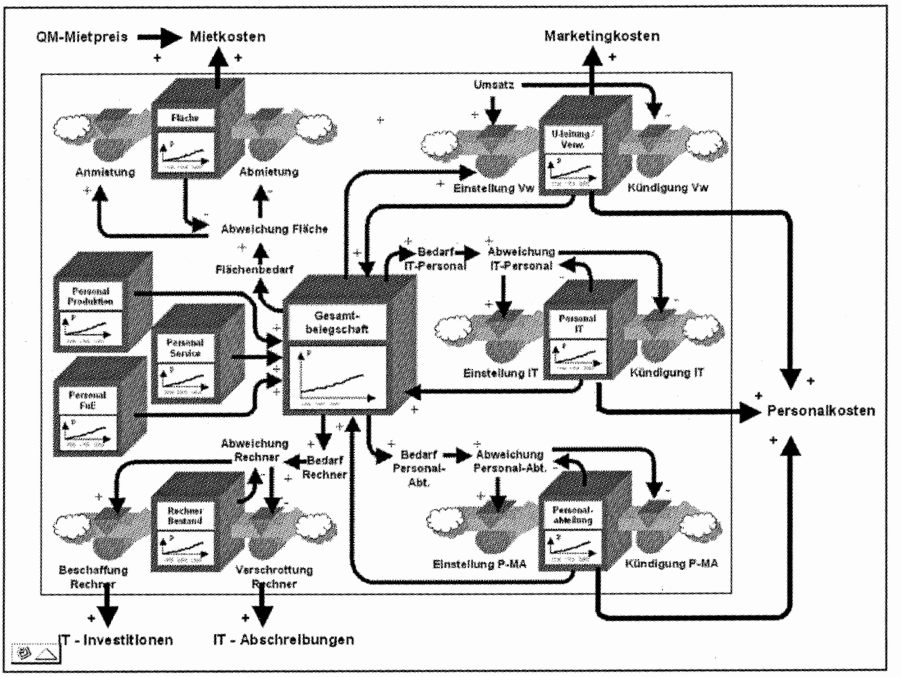


Abb. 3.38. Beziehung Verwaltungs- und Wertsystem (IT / Fläche)

Die zeitliche Entwicklung der Rechnerpreise wird erneut mit einer GRAPH-Funktion abgebildet.

A,62 Preis Rechner$_t$ [Euro/Rechner]
$= F_{GRAPH}(\text{Zeit}_t)$

Aus dem Teilmodell Verwaltung wird jetzt die Größe *Beschaffung Rechner* übernommen und mit dem gültigen Rechnerpreis multipliziert.

R,53 Investition Rechner$_t$ [Euro/Monat]
$=$ Beschaffung Rechner$_t$ * Preis Rechner$_t$

Da diese Investitionen das in IT-Rechnern gebundene Anlagevermögen erhöhen, wird diese Größe als Fluß modelliert. Die Bestandsgröße *Anlagevermögen Rechner* ergibt sich aus einer Erhöhung durch Investitionen und einer Verringerung durch Abschreibungen.

L,29 Anlagevermögen Rechner$_t$ [Euro]
$=$ Anlagevermögen Rechner$_{t-1}$
$+$ Investition Rechner$_t$
$-$ Abschreibung Rechner$_t$

Die monatliche Abschreibung der Rechner wird unter Zuhilfenahme der Größe *Nutzungsdauer Rechner* erneut durch eine VINTAGE-Funktion ermittelt.

R,54 Abschreibung $Rechner_t$ [Euro/Monat]
= Anlagevermögen $Rechner_t$ / Nutzungsdauer $Rechner_t$

Schließlich müssen die finanziellen Auswirkungen der vom Unternehmen belegten Flächen modelliert werden. Es wird angenommen, daß das Modellunternehmen ausschließlich Flächen gemietet und diese nicht erworben hat. Insofern stellen die Flächen kein über den Kaufpreis bewertetes Anlagevermögen dar. Vielmehr ist die jeweils angemietete Quadratmeterzahl eine Eingangsgröße für die Ermittlung der Mietkosten. Sie ergeben sich aus der Multiplikation von Quadratmeterzahl und dem Mietzins je Quadratmeter und Monat. Steigt die Zahl der vom Unternehmen belegten Flächen, steigen parallel die Mietkosten des Unternehmens bei konstantem Mietpreis. Im umgekehrten Fall sinken die Mietkosten, wenn die belegte Fläche des Unternehmens verringert wird. Diese Korrelation gilt gleichermaßen für den Mietzins.

In Abhängigkeit der *Zeit* wird im Modell mit Hilfe der GRAPH-Funktion der Mietsatz über den Simulationszeitraum festgelegt.

A,63 $Mietkostensatz_t$ [Euro/qm/Monat]
$= F_{GRAPH}(Zeit_t)$

Durch Multiplikation des *Mietkostensatzes* mit der belegten Fläche werden die monatlich anfallenden Mietkosten errechnet.

A,64 $Mietkosten_t$ [Euro/Monat]
$= Fläche_t * Mietkostensatz_t$

Die folgende Abbildung zeigt das systemdynamische Modell der finanziellen Auswirkungen des Verwaltungssystems.

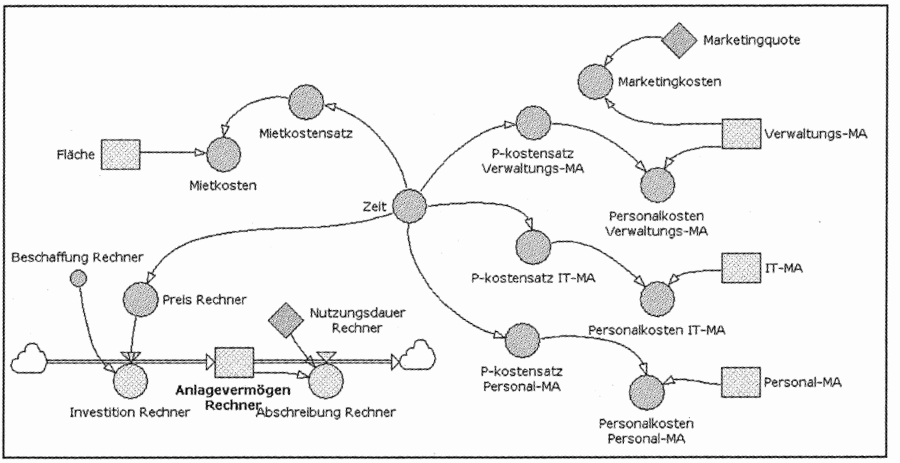


Abb. 3.39. Systemdynamisches Modell der Beziehung Verwaltungs- und Wertsystem

Für das Personal in den Zentralbereichen gelten die gleichen Hinweise und Gesetzmäßigkeiten wie im Produktions- und Servicebereich. Es ist ein integrativer, die gesamte Unternehmensentwicklung berücksichtigender Planansatz notwendig, um plötzlich auftretende Engpaßsituationen in diesen Bereichen bereits im Vorfeld zu vermeiden. Im Gegensatz zum Produktions- und Servicesektor werden restriktiv ausgerichtete Planansätze jedoch weniger offensichtliche Auswirkungen auf die Unternehmensentwicklung haben, da der wertschöpfende Prozeß bis zum Kunden zunächst nur unwesentlich berührt wird. Über eine im Rahmen der Planung vorgenommene Festlegung der IT-Investitionsbudgets wird auch in diesem Subsystem künstlich eingegriffen. Sollte das Budget zu gering ausfallen, werden Engpässe und Zeitverzögerungen bei IT-relevanten Aufgaben und Projekten auftreten.

Für die Flächen gilt dies in ähnlicher Art und Weise. Eine Expansion der Produktion und eine Ausweitung des Personals hat ab einer gewissen Größenordnung immer eine Zunahme der Flächenkosten zur Folge. Dies sollte im Rahmen der Planung festgestellt und budgetiert werden.

Im Fall von Wachstum ist besonders darauf zu achten, daß zur Planung die zugrundeliegenden Systemzusammenhänge bekannt sind und Berücksichtigung finden. Ein Unternehmen wächst nicht ausschließlich bei Absatz, Umsatz und Gewinn, vielmehr erfahren auch die zentralen und nicht direkt wertschöpfenden Bereiche ein Wachstum, um die produktiven Bereiche bei der Leistungserstellung zu unterstützen.

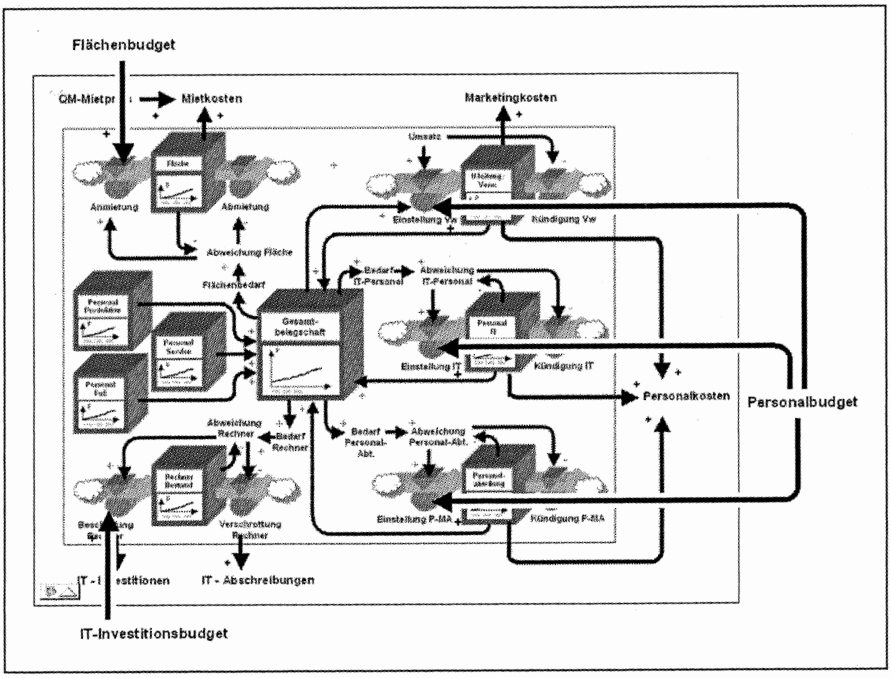


Abb. 3.40. Rückkopplung der Budgetierung auf Zentralsystem

3.8 Wertsystem und Wertmodell

3.8.1 Wertsystem

In den vorangegangenen Abschnitten wurden für jedes Subsystem die Verbindungen bzw. Schnittstellen zum Wertsystem erläutert. Begriffe wie Investition, Umsatz, Personalkosten und Abschreibungen wurden mehrfach genannt. In diesem Abschnitt werden diese Wertgrößen in ihrem Zusammenwirken betrachtet. Den Schwerpunkt bildet die Wirkung auf das Gesamtbetriebsergebnis. Parallel stellt der Cash-flow eine weitere betrachtete Zielgröße dar. Schließlich werden Renditekennzahlen ermittelt, deren Herkunft ebenfalls über Wirkungszusammenhänge veranschaulicht wird.

Die folgende Abbildung zeigt das Zusammenwirken der Einflußgrößen auf das Betriebsergebnis. [64]

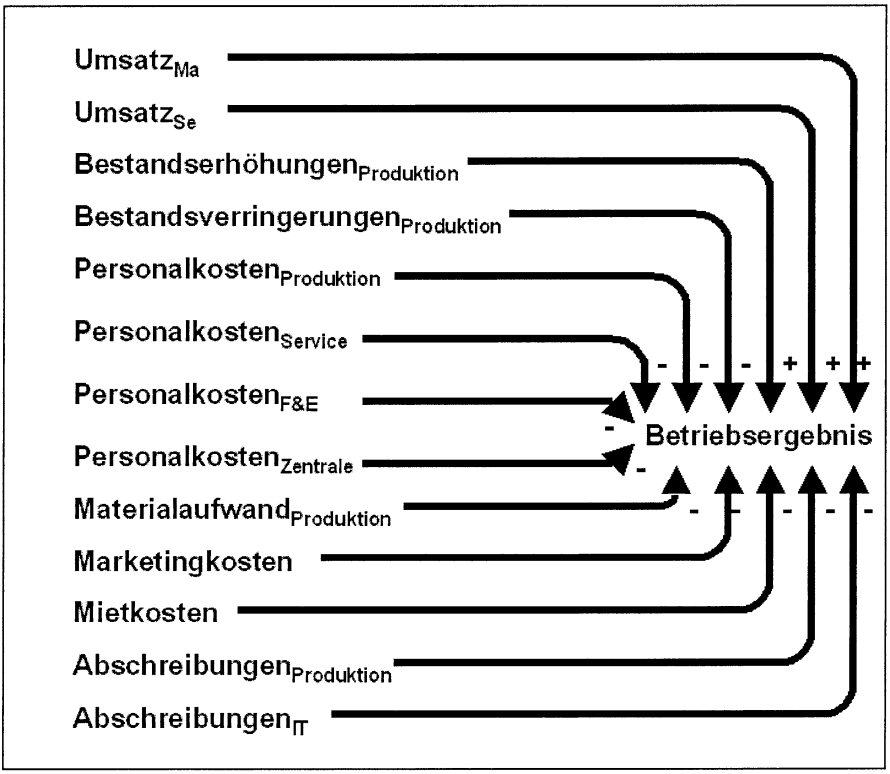


Abb. 3.41. Dynamik Wertsystem - Betriebsergebnis

Die Aufstellung beinhaltet aus der Gewinn- und Verlustrechnung bekannte Größen, deren Wirkung betriebswirtschaftlich bzw. finanzbuchhalterisch eindeutig ist. Einerseits existieren Größen, die das Betriebsergebnis positiv beeinflussen, andererseits können Größen das Ergebnis belasten. Je höher die Umsätze im Maschinengeschäft und im Servicebereich steigen, um so höher fällt bei Konstanz der Kosten der Gewinn aus. Gleiches gilt für Bestandserhöhungen. Mit steigenden Beständen an halbfertigen und fertigen Produkten im Vergleich zur Vorperiode steigt das Betriebsergebnis ebenfalls. Umgekehrt verhält es sich mit den ergebnismindernden Positionen. Je höher der Materialaufwand in der Produktion, die Miet- und Marketingkosten sowie die Personalkosten in den verschiedenen Bereichen

[64] In der Literatur finden sich eine Vielzahl von einander ähnlichen Wirkungsdiagrammen, die die Zusammenhänge monetärer Erfolgsgrößen zeigen: vgl. Lieberknecht, J. / Wiedmann, K.P. (1984, S.63), Jost, K. (1990, S.76), Schwarz, R. / Schöneborn, F. (2002, S.16), Warren, K. (2002, S.9).

steigen, desto niedriger fällt bei konstantem Umsatz das Betriebsergebnis im betrachteten Zeitraum aus.[65] Analog verhält es sich mit den Abschreibungen. Je mehr vom Anlagevermögen in einer Periode abgeschrieben wird, desto stärker sinkt das betriebliche Ergebnis.[66] Neben dem Betriebsergebnis wird häufig auch der Cash-flow und die Liquidität zur Beurteilung der betrieblichen Leistung und des Erfolges herangezogen. Aus diesem Grund wird die Übersicht um die den Cash-flow und die Liquidität beeinflussenden Größen Investitionen und Materialeinkauf ergänzt.

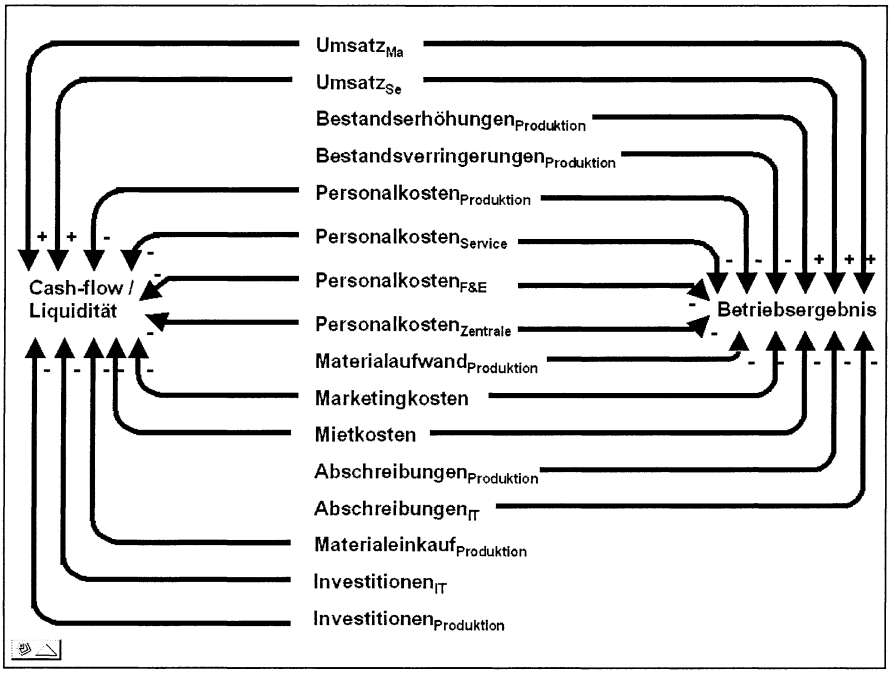


Abb. 3.42. Dynamik Wertsystem

[65] Ähnlich dem Vorgehen von Zahn wurden im Modell sonstige Sachkosten anteilig in den Personalkosten berücksichtigt: vgl. Zahn, E. (1971, S.207).

[66] Rückstellungen als weithin bekannte Einflußgröße zur Ermittlung des Betriebsergebnisses sollen im betrachteten Modell außerhalb der Betrachtung bleiben, da der eigentliche Wertschöpfungsprozeß den Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchung darstellt und darüber hinaus die Gestaltungsmöglichkeiten im Bereich der Rückstellungen sehr vielseitig sind. Sondereinflüsse auf das Betriebsergebnis wie Forderungs- oder Firmenwertabschreibungen sollen für das betrachtete Modellunternehmen ebenfalls außerhalb der Betrachtung bleiben.

Die Wirkung der Umsatzgrößen auf Cash-flow bzw. Liquidität ist identisch. Je stärker die Umsätze steigen, um so größer ist der betriebliche Cash-flow und über mehr Liquidität verfügt das Unternehmen.[67]

Während Personal-, Marketing- und Mietkosten sowohl das Betriebsergebnis als auch den Cash-flow beeinflussen, wirken Bestandsveränderungen und Abschreibungen nicht auf den Finanzmittelbestand. Im Gegensatz dazu belasten Investitionen und der Rohmaterialeinkauf die Liquidität. Sie stellen jedoch keine betriebsergebnisbelastenden Größen dar. Je mehr Investitionen getätigt werden und um so mehr Rohmaterial beschafft wird, desto geringer wird die Liquidität des Unternehmens. Im umgekehrten Fall steigt die Liquidität mit sinkendem Investitionsvolumen und Rohmaterialeinkauf.

Nachdem die Größen zur betrieblichen Erfolgsmessung in ihrer Herkunft qualitativ beschrieben wurden, gelangen betriebswirtschaftliche Kennzahlen in den Mittelpunkt der Betrachtung. Häufig werden Umsatz- und Kapitalrenditen zur Beurteilung und zum Vergleich von Unternehmen herangezogen. Insbesondere deren zeitliche Änderung ist von Interesse, es werden sowohl vom Unternehmen selbst als auch vom Kapitalmarkt steigende Renditekennzahlen angestrebt.

Da in den vorangegangenen Erläuterungen zu den Verbindungen der Subsysteme zum Wertsystem auch kapitalbestimmende Elemente enthalten sind, lassen sich diese auch bilanziell betrachten und zur Ermittlung des eingesetzten Kapitals nutzen. Es wurde das Anlagevermögen im Fertigungs- und Montagebereich über die Bewertung der dort vorhandenen Werkzeuge bestimmt, gleichfalls wurde die im Unternehmen vorhandene IT-Ausstattung an Rechnern monetär bewertet. In Summe stellen diese Positionen das Anlagevermögen dar.[68] Auch das Umlaufvermögen läßt sich auf diese Weise ermitteln. Die periodische Bewertung der vorhandenen halbfertigen und fertigen Produkte sowie des aktuellen Bestandes an Rohmaterial liefert den Wert für das Umlaufvermögen.

Erfolgt die gedankliche Addition von Anlage- und Umlaufvermögen, ergibt sich ein Wert für das produktiv eingesetzte Kapital. Die bilanziellen Finanzmittelposten wie Bank und Kasse werden durch die bereits oben beschriebenen Zusammenhänge zu Betriebsergebnis und Cash-flow bestimmt und sollen daher ausgeklammert werden.[69] Diese überzähligen Guthaben im Finanzmittelbereich könnten

[67] Es soll im Modellunternehmen aus Vereinfachungsgründen angenommen werden, daß alle Forderungen ohne Zeitverzug von den Kunden in voller Höhe ohne jeglichen Abzug bezahlt werden. Gleiches gilt für das Unternehmen selbst. Hier wird ebenfalls allen Verbindlichkeiten für Investitionen und Material in der Periode der Leistungserstellung nachgekommen. Ebenso erhalten die Mitarbeiter ihre Vergütung ebenfalls in der gleichen Periode.

[68] Weitere Bilanzpositionen des Anlagevermögens bleiben hier außerhalb der Betrachtung.

[69] Das Modellunternehmen kann alle Ausgaben ohne Fremdfinanzierung bestreiten, so daß kein Zinsaufwand entsteht bzw. berücksichtigt werden muß.

monatlich am Kapitalmarkt angelegt werden, um damit Zinseinkünfte zu erzielen.[70]

Mit Hilfe dieser Zusammenhänge lassen sich auch die Wirkungen der Erfolgsgrößen auf Renditekennzahlen zeigen. Die folgende Abbildung ergänzt diese Kennzahlen zum vollständigen Wertsystem.

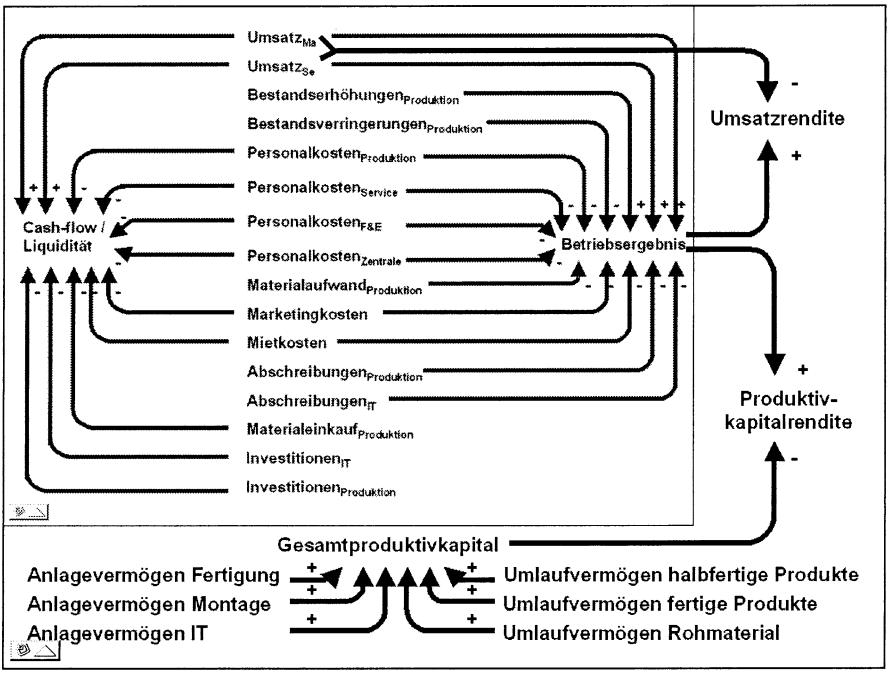


Abb. 3.43. Dynamik Wertsystem - Kennzahlen

Während die Produktivkapitalrendite bei konstantem Gesamtproduktivkapital mit zunehmendem Betriebsergebnis steigt, verhält es sich bei Änderungen des Gesamtproduktivkapitals umgekehrt. Je größer es wird, desto geringer fällt die Rendite bei konstantem Betriebsergebnis aus.

An dieser Stelle wird besonders deutlich, daß isolierte Betrachtungen dieser Kennzahlen nicht zielführend sind, wenn die dahinterliegenden Systemzusammenhänge unerkannt bleiben. Reine Kennzahlenmaximierungen, wie sie beispielsweise über Leasing oder Sale-and-lease-back zur Verringerung des im Anlagevermögen gebundenen Kapitals denkbar sind, gehen zu Lasten des Betriebsergebnisses. Wenn das Betriebsergebnis absolut weniger zurückgeht als das zugrundeliegenden Produktivkapital, steigt die Kapitalrenditekennzahl. In-

[70] Diese sonstigen betrieblichen Erträge aus Finanzanlagen liegen außerhalb der Untersuchung, da es sich nicht um direkt mit dem Betriebszweck verbundene Aktivitäten handelt. Eine nähere Erläuterung soll daher nicht näher erfolgen.

wieweit dies tatsächlich von den Anteilseignern gewünscht ist, ist kritisch zu hinterfragen. Die traditionell oberste betriebswirtschaftliche Zielsetzung einer Maximierung des Unternehmensertrags wird dann nicht mehr verfolgt.

Es zeigt sich, daß Kennzahlen mit stärkerer Fokussierung auf den Kapitalmarkt und dessen Beurteilungskriterien wie Return-on-Capital Employed (ROCE) oder Return-on-investment (ROI) nicht zwingend richtig sind und die Frage nach einer idealen Zielgröße für das jeweilige Unternehmen nicht schnell zu beantworten ist. In jedem Fall ist es Voraussetzung, das zugrundeliegende System zu (er-)kennen und mit den gewonnenen Einsichten die geeignete Kennzahl zur Unternehmenssteuerung zu identifizieren.

3.8.2 Wertmodell

Im systemdynamischen Modell werden alle in den vorangegangenen Abschnitten bereits erläuterten Wertgrößen übertragen. Sie wurden im Wertmodell außen angeordnet. In der Mitte des Modellsektors werden weitere monetäre Modellgrößen formuliert.

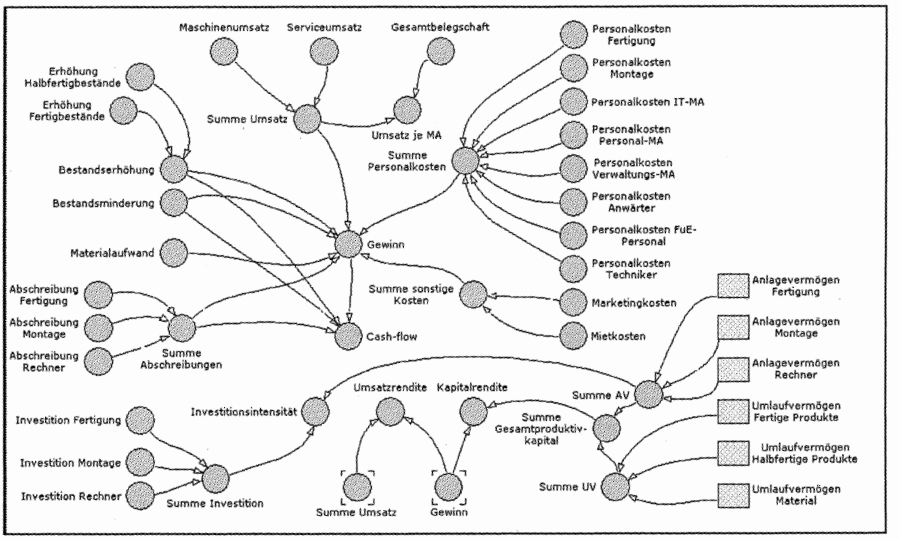


Abb. 3.44. Systemdynamisches Modell des Wertsystems

Der vom Unternehmen generierte Gesamtumsatz wird periodisch durch Addition von Maschinen- und Serviceumsatz ermittelt.

A,65 Summe Umsatz_t [Euro/Monat]
$= \text{Maschinenumsatz}_t + \text{Serviceumsatz}_t$

Anschließend erfolgt die Betrachtung der unterschiedlichen Kostenelemente in den jeweiligen Kategorien. Für die Personalkosten des Gesamtunternehmens gilt folgende Rechenvorschrift.

A,66 Summe Personalkosten$_t$ [Euro/Monat]
= Personalkosten Fertigung$_t$ + Personalkosten Montage$_t$ + Personalkosten IT-MA$_t$ + Personalkosten Personal-MA$_t$ + Personalkosten Verwaltungs-MA$_t$ + Personalkosten Anwärter$_t$ + Personalkosten FuE-Personal$_t$ + Personalkosten Techniker$_t$

Analog wird die Summe der Abschreibungen je Simulationsperiode gebildet.

A,67 Summe Abschreibungen$_t$ [Euro/Monat]
= Abschreibungen Fertigung$_t$ + Abschreibung Montage$_t$ + Abschreibung Rechner$_t$

Die Marketing- und Mietkosten werden zur Kategorie sonstige Kosten zusammengefaßt.

A,68 Summe sonstige Kosten$_t$ [Euro/Monat]
= Marketingkosten$_t$ + Mietkosten$_t$

Zur Ermittlung der Bestandserhöhungen erfolgt erneut eine Summierung.

A,69 Bestandserhöhung$_t$ [Euro/Monat]
= Erhöhung Halbfertigbestände$_t$ + Erhöhung Fertigbestände$_t$

Jetzt wird unter Einbeziehung der Bestandsveränderungen der Gewinn mit der folgenden Gleichung errechnet.

A,70 Gewinn$_t$ [Euro/Monat]
= Summe Umsatz$_t$ + Bestandserhöhung$_t$ – Bestandsminderung$_t$ - Summe Personalkosten$_t$ – Summe Abschreibungen$_t$ - Summe sonstige Kosten$_t$ - Materialaufwand$_t$

Der *Cash-flow* wird ausgehend vom betrieblichen *Gewinn* ermittelt, indem alle nicht ausgabewirksamen Aufwendungen addiert und alle nicht ausgabewirksamen Erträge subtrahiert werden.[71] Im Modell erfolgt die Addition von *Abschreibungen* und *Bestandsminderungen* und eine Subtraktion der *Bestandserhöhung*.

[71] Damit wird dem allgemein anerkannten Schema zur Berechnung des Cash-flow auf indirektem Weg entsprochen: vgl. Horvath, P. (1996, S.439).

A,71 Cash-flow$_t$ [Euro/Monat]
= Gewinn$_t$ + Summe Abschreibungen$_t$ + Bestandsminderung$_t$ - Bestandserhöhung$_t$

Die Umsatzrendite wird als Verhältnis des *Gewinns* zum *Umsatz* berechnet.

A,72 Umsatzrendite$_t$ []
= Gewinn$_t$ / Summe Umsatz$_t$

Um auch eine Rendite auf das eingesetzte Kapital simulieren zu können, muß dieses zuerst ermittelt werden. Da es sich vereinfacht aus dem Anlage- und Umlaufvermögen zusammensetzt, werden diese durch Addition der Bestandsgrößen errechnet.

A,73 Summe AV$_t$ [Euro]
= Anlagevermögen Fertigung$_t$ + Anlagevermögen Montage$_t$ + Anlagevermögen Rechner$_t$

A,74 Summe UV$_t$ [Euro]
= Umlaufvermögen Halbfertige Produkte$_t$ + Umlaufvermögen Fertige Produkte$_t$ + Umlaufvermögen Material$_t$

Durch Addition ergibt sich das Gesamtproduktivkapital.

A,75 Summe Gesamtproduktivkapital$_t$ [Euro]
= Summe AV$_t$ + Summe UV$_t$

Die Berechnung der Kapitalrendite erfolgt durch Division von *Gewinn* und *Summe Gesamtproduktivkapital.*

A,76 Kapitalrendite$_t$ []
= Gewinn$_t$ / (Summe Gesamtproduktivkapital$_t$ * 1[Monat])

Im Gegensatz zur dimensionslosen *Umsatzrendite* ergibt sich für Kapitalrenditebetrachtungen als Dimension [1/Monat]. Durch Multiplikation mit 1 [Monat] kann die häufig ohne Dimension diskutierte *Kapitalrendite* auch entsprechend abgebildet werden.

Abschließend erfolgt die Berechnung der Investitionsintensität. Sie veranschaulicht das Verhältnis von Investition und Anlagevermögen.

A,77 Summe Investition$_t$ [Euro/Monat]
= Investition Fertigung$_t$ + Investition Montage$_t$ + Investition Rechner$_t$

A,78 Investitionsintensität$_t$ [1/Monat]
= Summe Investition$_t$ / Summe AV$_t$

Denkbar sind noch eine Vielzahl weiterer Kennzahlen. Beispielsweise seien diverse Produktivitäts- oder Mitarbeiterrelationen wie Umsatz/Mitarbeiter oder weitere Kosten bzw. Ertragsrelationen genannt. Auf deren Modellierung wird jedoch verzichtet. Es ist festzuhalten, daß auf Basis der in den Teilmodellsektoren ermittelten Größen nahezu jede Kennzahl quantitativ im Modell berechnet und in ihrer zeitlichen Entwicklung simuliert werden kann.

An dieser Stelle schließt die quantitative Beschreibung und Erklärung des in Powersim umgesetzten Unternehmensmodells.

4 Simulation von Basis- und Bedrohungsszenarien

4.1 Rahmenbedingungen und Basissimulation

4.1.1 Rahmenbedingungen und Szenarioübersicht

Nachdem in Kapitel 3 das Unternehmenssystem entwickelt und parallel in ein systemdynamisches Modell umgesetzt wurde, erfolgt in diesem Kapitel die Simulation eines Basisszenarios und die vergleichende Analyse ausgewählter Bedrohungsszenarien.

Unter Simulation wird das zielgerichtete Experimentieren mit Modellen verstanden.[1] Durch sie kann außerdem aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen die Brauchbarkeit des Modells getestet werden. Hauptsächlich trägt sie jedoch zur Gewinnung von Erkenntnissen über Zustände und Verhaltensweisen des Unternehmenssystems bei und erlaubt Prognosen über die künftige Entwicklung.[2] Speziell dem Entscheidungsträger bietet der Experimentalcharakter der Simulation die Möglichkeit, die sich ihm stellenden Alternativen hinsichtlich ihrer Konsequenzen und Wirkungen in beliebigem Umfang für einen langen Zeitraum zu prüfen.[3] Außerdem werden Größen und mögliche Ereignisse identifizierbar, die ein Wachstum des Unternehmens initiieren, begrenzen, abschwächen oder im Extremfall auch Unternehmenskrisen hervorrufen können.[4]

Szenarien sind systematisch und nachvollziehbar entwickelte Zukunftsbilder, die auf einem, häufig in der Gegenwart liegenden Ausgangszustand basieren.[5] Von diesem ausgehend zeichnen sie eine zeitlich und logisch denkbare Abfolge bestimmter Ereignisse, Prozesse oder Entscheidungen auf, die in ihrem Zusammenwirken zu einem neuen zukünftigen Zustand führen. Dieser Zustand und der damit verbundene zeitliche Entwicklungspfad beschreibt eine logisch mögliche, aber nicht unbedingt nach der Wahrscheinlichkeit am ehesten zu erwartende Situation.[6] Durch bewußte Änderung einer oder mehrerer Größen im Modell werden

---

[1] Vgl. Segner, M. (1976, S.13).
[2] Vgl. Grochla, E. (1974, S.18).
[3] Vgl. Ludewig, J. (1975, S.19).
[4] Eine umfangreiche Ausarbeitung zum Begriff der Unternehmenskrisen liefert Krystek, U. (1987).
[5] Vgl. Geschka, H. / Hammer, R. (1997, S.467).
[6] Vgl. Segner, M. (1976, S.3).

F. Schöneborn, *Strategisches Controlling mit System Dynamics*
© Physica-Verlag Heidelberg 2004

neue Szenarien erzeugt, die in ihrer Gesamtheit die Spannweite künftig möglicher Zustände quantitativ begrenzen.[7]

Die Grundlage aller weiteren Untersuchungen bildet das Basisszenario. Es beschreibt einen Referenzfall mit angenommenen Werten für alle Modellgrößen. Auf deren Basis wird die erste Simulation des Gesamtmodells durchgeführt. Sie erfolgt für den Zeitraum vom 01.01.1999 bis zum 01.01.2004.[8] Der Integrationsschritt beträgt einen Monat. Entsprechend werden sämtliche Modellgrößen immer zum ersten eines jeden Monats neu errechnet. Auf diese Weise kann für jede Größe die historische Entwicklung über die Zeitachse graphisch und als Zahlenwert in Tabellenform abgebildet werden.[9]

Da im Modell 198 verschiedene Größen enthalten sind, läßt sich nicht jede Größe einzeln in ihrer Entwicklung zeigen und bezüglich ihrer Entwicklung analysieren. Aus diesem Grund muß sich die Untersuchung des Basisszenarios und der Vergleich mit Bedrohungsszenarien auf Größen beschränken, die zur Beurteilung des Unternehmenserfolgs von Interesse sind:

- Bestellungen
- Marktanteil
- Auftragseingang
- Summe Umsatz
- Gewinn
- Cash-flow
- Gesamtbelegschaft
- Investitionen/Abschreibungen

Außerdem werden zwei häufig zur Beurteilung bzw. Messung des Erfolgs eines Unternehmens herangezogene Renditekennzahlen untersucht.

- Umsatzrendite
- Kapitalrendite

Nach der Diskussion der Simulationsergebnisse des Basisszenarios werden für drei Bedrohungsszenarien erneut Simulationsläufe durchgeführt und die Ergebnisse mit denen des Basisszenarios verglichen:

---

[7] Vgl. Geschka, H. / Hammer, R. (1997, S.469).

[8] Das Lösungsintervall DT der im Modell enthaltenen Differenzengleichungen wurde auf einen Monat festgelegt. Es wird damit angenommen, daß innerhalb dieser Zeitspanne keine relevanten Entscheidungen zu treffen sind oder signifikante Änderungen von Systemgrößen auftreten werden.

[9] Die Powersim-Software liefert hier eine Vielzahl weiterer geeigneter Darstellungsformen. Die fortan verwendeten Darstellungen stellen Abbildungen aus der Powersim-Umgebung dar.

- Bedrohungsszenario 1: Nachfragerückgang
- Bedrohungsszenario 2: Preisverfall
- Bedrohungsszenario 3: Materialkostenanstieg

Diese Szenarien sollen häufig anzutreffende betriebswirtschaftliche Entwicklungen abbilden, deren Erfassung und Lösung sich in der unternehmerischen Praxis aufgrund der hohen Komplexität und Dynamik der Unternehmen und ihrer Umwelt schwierig gestaltet. Allen gemeinsam ist der Charakter einer strategischen Bedrohung, da der langfristige finanzielle Erfolg zweifellos von den betroffenen Einflußgrößen abhängt.

Im Rahmen des ersten Bedrohungsszenarios „Nachfragerückgang" werden die Auswirkungen eines unerwartet starken Nachfragerückgangs auf das gesamte Unternehmen und dessen Erfolg untersucht. Dieses Szenario ist von hoher Bedeutung, da Unternehmen häufig dieser Situation gegenüberstehen. Als Ursache können unterschiedliche Sachverhalte in Betracht kommen. Naheliegend ist eine allgemeine negative Entwicklung der Konjunktur, die insbesondere bei investitionsgüterproduzierenden Unternehmen einen maßgeblichen Einfluß auf die Nachfrage hat. Eine weitere Ursache könnte in einer Änderung des Konsumentenverhaltens oder dem Auftreten einer neuen Technologie bestehen.

Das zweite Bedrohungsszenario „Preisverfall" bezieht sich ebenfalls auf den Absatzmarkt. Es wird ein unerwartet starker Preisverfall für das Produkt angenommen. Die Ursache kann in einem starken Konkurrenzdruck liegen. Dies gilt insbesondere dann, wenn in einem schrumpfenden Markt intensiv um Marktanteile gerungen wird und dies über den Preis erreicht werden soll. Außerdem wäre es denkbar, daß neue Konkurrenten auftreten, die ein vergleichbares Produkt zu niedrigeren Kosten herstellen und auch preiswerter anbieten können. Der auftretende Wettbewerber verfolgt in diesem Fall nach PORTER eine Strategie der Kostenführerschaft, die durch Prozeßinnovationen im Herstellungsprozeß und daraus resultierenden Rationalisierungseffekten begründet wird.[10]

Nachdem in den ersten beiden Szenarien der Absatzmarkt von negativen Entwicklungen betroffen war, wird im dritten Szenario „Materialkostenanstieg" die Beschaffungsseite einer Modifikation unterworfen. Es wird angenommen, daß der Preis des zur Produktion benötigten Rohmaterials in unerwartet starkem Maße ansteigt. Auch hier ist das Szenario von hoher Realitätsnähe. Häufig können höhere Materialkosten aufgrund einer angespannten Wettbewerbssituation nicht vollständig über den Preis an die Kunden weitergegeben werden und stellen dadurch die Unternehmen vor Probleme.

Schließlich erfolgt die Kombination der drei Bedrohungsszenarien zu einem extremen Bedrohungsszenario.[11] Damit wird jetzt angenommen, daß gleichzeitig mit dem Rückgang des Marktvolumens ein Preisverfall erfolgt. Dies ist bei einer schwachen Konjunktur häufig der Fall, da die Wettbewerber über niedrigere Preise Marktanteile gewinnen wollen und daher verstärkt mit Nachlässen agieren. Ins-

[10] Vgl. Porter M.E. (1990, S.63-65), Porter M.E. (1992, S.32-34).

[11] Extremszenarien bilden die Randpunkte der Spannweite aller künftig möglichen Zukunftsbilder: vgl. Geschka, H. / Hammer, R. (1997, S. 469).

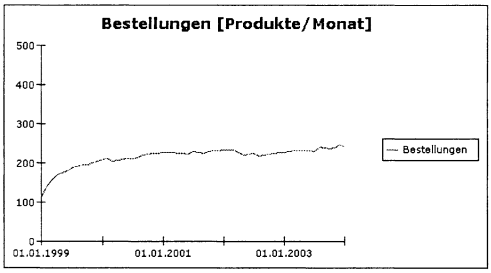
besondere mit Blick auf die Produktion und eine notwendige Mindestauslastung der vorhandenen Kapazitäten ist es für alle Unternehmen wichtig, die Stückzahl auf möglichst hohem Niveau zu halten. Erschwerend soll ein erheblicher Preisanstieg für Material eintreten, da die Zulieferer auf diesem Weg ihren finanziellen Erfolg erhöhen wollen. Alternative Lieferanten, die zu geringeren Preisen anbieten, sollen aufgrund von Qualitätsaspekten nicht in Betracht kommen.[12]

4.1.2 Simulationsergebnis Basisszenario

Die in Kapitel 3 beschriebenen Gleichungen beinhalten bei den Bestandsgrößen noch keine Anfangswerte. Für die Konstanten wurden ebenfalls noch keine Zahlenwerte festgelegt. Während sich Konstanten während des gesamten Simulationslaufes nicht ändern, gilt der Anfangswert der Bestandsgrößen nur in der ersten Periode. Für das Beispielunternehmen werden Annahmen getroffen, die sich als Zahlenwerte in den Bestandsgrößen und Konstanten des Modells wiederfinden und für die Simulation des Basisszenarios ausschlaggebend sind.

Die vollständige Beschreibung des Basisszenarios und eine Übersicht der verwendeten Werte ist in Anhang 2 enthalten. Dort werden auch die in den GRAPH-Funktionen enthaltenen Wertepaare gezeigt. Bei diesen und allen anderen Festlegungen handelt es sich generell um Annahmen, die in dieser Form bzw. Ausprägung nur für das vorliegende Modellunternehmen gelten sollen.

Im folgenden werden die Ergebnisse für das Basisszenario analysiert. Die folgenden Abbildungen zeigen die Entwicklung von *Bestellungen*, *Marktanteil* und *Auftragseingang*.



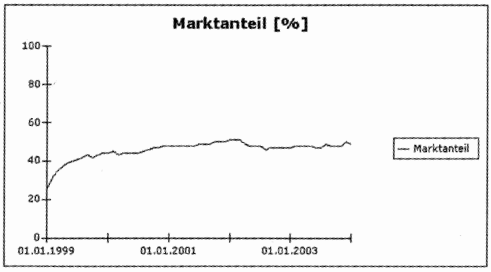
Basisszenario: Bestellungen

Zeit	Bestellungen
01.04.2003	233,00 Produkte/Monat
01.05.2003	233,00 Produkte/Monat
01.06.2003	233,00 Produkte/Monat
01.07.2003	231,00 Produkte/Monat
01.08.2003	242,00 Produkte/Monat
01.09.2003	239,00 Produkte/Monat
01.10.2003	236,00 Produkte/Monat
01.11.2003	240,00 Produkte/Monat
01.12.2003	248,00 Produkte/Monat
01.01.2004	241,00 Produkte/Monat

Abb. 4.1. Basisszenario: Bestellungen

Die Zahl der eingehenden Bestellungen verdoppelt sich im Basisszenario während der Simulation von 120 [Produkte/Monat] auf ca. 240 [Produkte/Monat]. Dies resultiert aus einem wachsenden Marktvolumen, da nach anfänglicher Steigerung des Marktanteils von 25% auf 48% dieser in etwa konstant bleibt und die Zahl der eingehenden Bestellungen wächst.

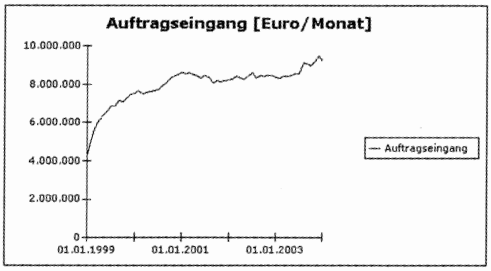
[12] Porter spricht auch von Verhandlungsstärke der Lieferanten: vgl. Porter M.E. (1990, S.54).



Basisszenario: Marktanteil

Zeit	Marktanteil
01.02.2003	48.00 %
01.03.2003	48.00 %
01.04.2003	48.00 %
01.05.2003	48.00 %
01.06.2003	47.00 %
01.07.2003	47.00 %
01.08.2003	49.00 %
01.09.2003	48.00 %
01.10.2003	48.00 %
01.11.2003	48.00 %
01.12.2003	50.00 %
01.01.2004	49.00 %

Abb. 4.2. Basisszenario: Marktanteil

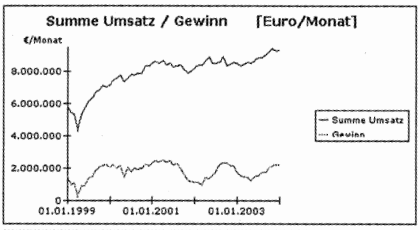


Basisszenario: Auftragseingang

Zeit	Auftragseingang
01.02.2003	8.335.430.00 €/Monat
01.03.2003	8.396.080.00 €/Monat
01.04.2003	8.418.057.00 €/Monat
01.05.2003	8.484.229.00 €/Monat
01.06.2003	8.549.003.00 €/Monat
01.07.2003	8.539.146.00 €/Monat
01.08.2003	9.096.780.00 €/Monat
01.09.2003	9.049.257.00 €/Monat
01.10.2003	9.000.332.00 €/Monat
01.11.2003	9.218.400.00 €/Monat
01.12.2003	9.506.832.00 €/Monat
01.01.2004	9.219.937.00 €/Monat

Abb. 4.3. Basisszenario: Auftragseingang

Analog zu den Bestellungen entwickelt sich auch die monetäre Größe *Auftragseingang*. Sie steigt im Verlauf der Simulation von etwa 4,2 Mio. [Euro/Monat] auf über 9 Mio. [Euro/Monat] und hat sich damit ebenfalls mehr als verdoppelt. Mit einem zeitlichen Verzug bezogen auf die Entwicklung des *Auftragseingangs* entwickelt sich erwartungsgemäß der Umsatz. In der folgenden Abbildung werden *Summe Umsatz* und *Gewinn* graphisch und in Tabellenform gezeigt.



Basisszenario: Umsatz und Gewinn

Zeit	Summe Umsatz	Gewinn
01.04.2003	8.578.468.00 €/Monat	1.380.249.58 €/Monat
01.05.2003	8.499.496.00 €/Monat	1.226.528.32 €/Monat
01.06.2003	8.673.560.00 €/Monat	1.452.489.32 €/Monat
01.07.2003	8.884.948.00 €/Monat	1.530.646.91 €/Monat
01.08.2003	8.878.618.00 €/Monat	1.746.803.28 €/Monat
01.09.2003	9.055.440.00 €/Monat	1.722.025.32 €/Monat
01.10.2003	9.272.055.00 €/Monat	2.054.836.46 €/Monat
01.11.2003	9.452.310.00 €/Monat	2.134.271.94 €/Monat
01.12.2003	9.245.258.00 €/Monat	2.190.345.18 €/Monat
01.01.2004	9.344.988.00 €/Monat	2.194.868.67 €/Monat

Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0.00 €	72.295.053.00 €	92.963.617.00 €	100.419.973.00 €	102.560.276.00 €	105.893.280.00 €
Gewinn pa	0.00 €	16.457.618.38 €	23.995.554.40 €	24.861.939.20 €	20.297.191.30 €	20.189.249.40 €

Abb. 4.4. Basisszenario: Summe Umsatz/Summe Gewinn

Der monatliche Umsatz ist von Schwankungen gekennzeichnet, dennoch wird das stete Wachstum im Simulationszeitraum klar erkennbar. Er steigt von ca. 6 Mio. [Euro/Monat] auf deutlich über 9 Mio. [Euro/Monat]. Der Jahresumsatz steigt von 72,3 Mio. [Euro/Jahr] auf über 105,8 Mio. [Euro/Jahr]. Anders entwikkelt sich der Gewinn. Er schwankt deutlich, der Wert ist jedoch immer positiv und bewegt sich stabil in einer Bandbreite von 1,5 bis 2 Mio. [Euro/Monat]. Der Jahresüberschuß steigt um rund 30% von 16,5 Mio. [Euro/Jahr] auf 20,2 Mio. [Euro/Jahr].

Zusammenfassend ergibt sich für das Basisszenario eine stabile und finanziell unkritische Entwicklung. Als nächstes erfolgt die Auswertung des *Cash-flow* und der *Gesamtbelegschaft*. Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse.

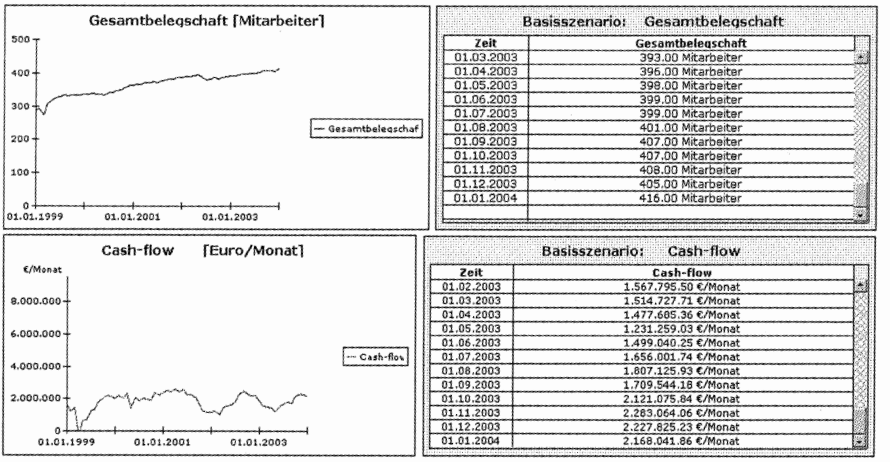


Abb. 4.5. Basisszenario: Gesamtbelegschaft und Cash-flow

Der *Cash-flow* entwickelt sich analog zum *Gewinn*. Er ist in jeder Periode positiv und unterliegt lediglich geringen periodischen Schwankungen. Die absolute Höhe entspricht auch in etwa dem *Gewinn*. Die *Gesamtbelegschaft* wächst im betrachteten Simulationszeitraum von etwa 300 [Mitarbeiter] auf über 400 [Mitarbeiter]. Im folgenden werden die monatlichen Investitionen und Abschreibungen ins Verhältnis gesetzt.

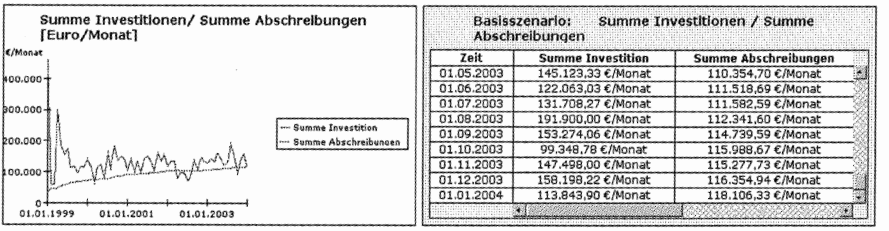


Abb. 4.6. Basisszenario: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen

Nach stärkeren Schwankungen zu Simulationsbeginn bleibt die Höhe der *Investitionen* mit etwa 140.000 [Euro/Monat] auf einem konstanten Niveau. Die *Abschreibungen* hingegen steigen stetig und übertreffen zum Ende deutlich die Grenze von 100.000 [Euro/Monat]. Generell ist festzuhalten, daß die *Investitionen* in nahezu jeder Periode die Höhe der *Abschreibungen* überschreiten.

Abschließend erfolgt die Betrachtung der generierten Finanzkennzahlen.

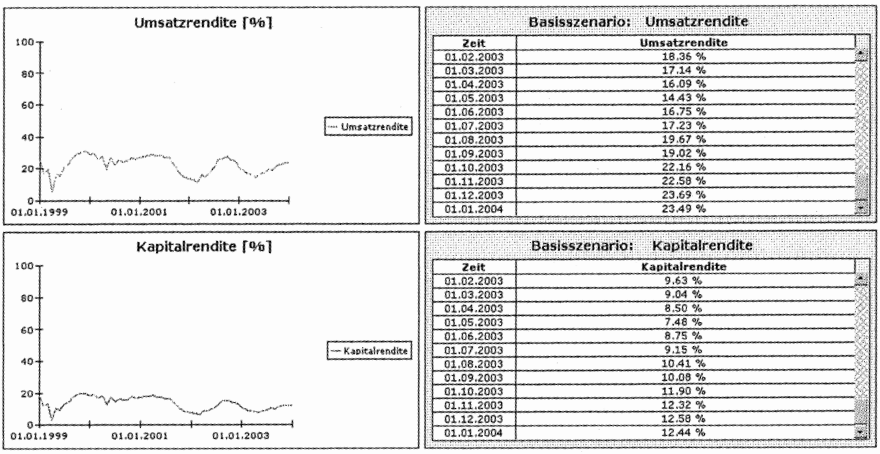


Abb. 4.7. Basisszenario: Umsatzrendite, Kapitalrendite

Für beide Renditekennzahlen läßt sich im Basisszenario feststellen, daß die Entwicklung von Schwankungen geprägt ist. In Summe bleibt das Gesamtniveau in etwa konstant. Es gibt weder signifikante Steigerungen, noch dauerhaft rückläufige Entwicklungen. Während die *Umsatzrendite* um 20% schwankt, liegt die *Kapitelrendite* niedriger. Ihr Wert beträgt im Durchschnitt 10% für den gesamten Simulationszeitraum.

4.2 Simulation von Bedrohungsszenarien

4.2.1 Szenario 1: Bedrohung durch Nachfragerückgang

Im folgenden wird das erste Bedrohungsszenario „Nachfragerückgang" beschrieben. Dazu erfolgt die Beibehaltung aller im Basisszenario festgesetzten Werte der Modellgrößen. Lediglich bei der Größe *Marktentwicklung*, die im Modell mit einer GRAPH-Funktion über die Zeit festgelegt wurde, wird ein anderer Verlauf angenommen. Ursache ist eine negative Entwicklung auf dem Absatzmarkt für das erzeugte Produkt. Folglich sind sowohl Modellunternehmen als auch Wettbewerb gleichermaßen davon betroffen. Die folgende Abbildung zeigt im Vergleich zum

Basisszenario die Veränderung der Größe *Marktentwicklung* für das Bedrohungsszenario 1.

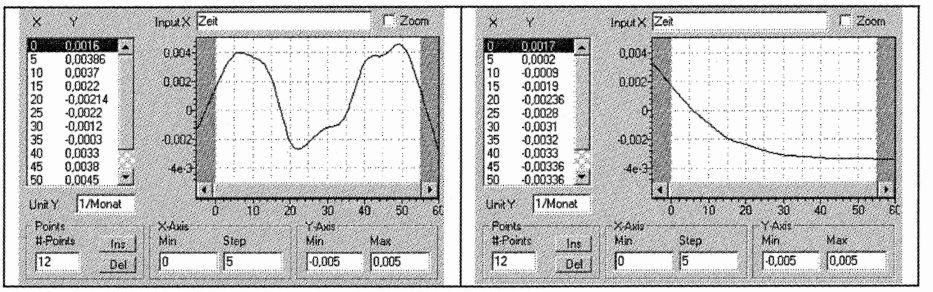
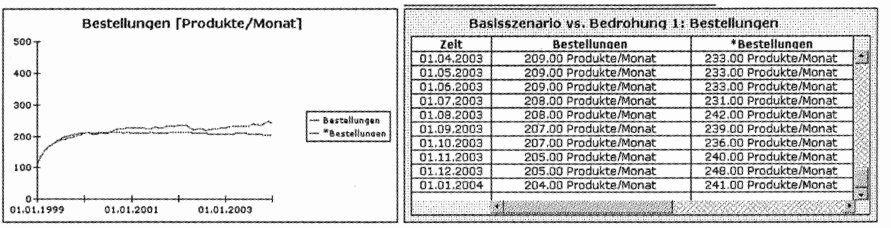


Abb. 4.8. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Marktentwicklung (Y) in Abh. der Zeit (X)

Im Vergleich zur Entwicklung im Basisszenario unterliegt die Größe *Marktentwicklung* nun einem stetig fallenden Verlauf. Ausgehend vom gleichen Startwert soll sie bereits nach etwa 5 Perioden negativ werden. Auf diese Weise wird ab diesem Zeitpunkt ein schrumpfendes Marktvolumen im Modell erzeugt, welches Auswirkungen auf die *Bestellfrequenz* und die Gesamtzahl an Kunden hat.

Um die sich ergebenden Effekte sichtbar zu machen, werden die Simulationsergebnisse des Basisszenarios mit denen des ersten Bedrohungsszenarios verglichen. Dazu dienen marktseitig erneut die Größen *Bestellungen* und *Marktanteil* zur Beurteilung.[13]

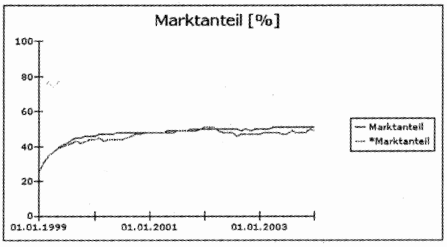


Zeit	Bestellungen	*Bestellungen
01.04.2003	209.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.05.2003	209.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.06.2003	209.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.07.2003	208.00 Produkte/Monat	231.00 Produkte/Monat
01.08.2003	208.00 Produkte/Monat	242.00 Produkte/Monat
01.09.2003	207.00 Produkte/Monat	239.00 Produkte/Monat
01.10.2003	207.00 Produkte/Monat	236.00 Produkte/Monat
01.11.2003	205.00 Produkte/Monat	240.00 Produkte/Monat
01.12.2003	205.00 Produkte/Monat	248.00 Produkte/Monat
01.01.2004	204.00 Produkte/Monat	241.00 Produkte/Monat

Abb. 4.9. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Bestellungen

Es wird deutlich, daß verglichen mit dem Basisszenario die Zahl der eingehenden Bestellungen rückläufig ist. Zum Ende des Simulationszeitraums gehen statt 241 [Produkte/Monat] nur 204 [Produkte/Monat] Bestellungen ein. Dies entspricht einem Rückgang von rund 17%. Interessante Ergebnisse zeigt die Analyse des *Marktanteils*.

[13] Die in der Grafik und den Wertetabellen mit * gekennzeichnete Größe zeigt die Simulationsergebnisse des Basisszenarios.

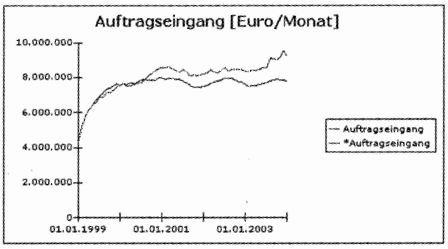


Basisszenario vs. Bedrohung 1: Marktanteil

Zeit	Marktanteil	*Marktanteil
01.03.2003	50,00 %	48,00 %
01.04.2003	51,00 %	48,00 %
01.05.2003	51,00 %	48,00 %
01.06.2003	51,00 %	47,00 %
01.07.2003	51,00 %	47,00 %
01.08.2003	51,00 %	49,00 %
01.09.2003	51,00 %	48,00 %
01.10.2003	51,00 %	48,00 %
01.11.2003	51,00 %	48,00 %
01.12.2003	51,00 %	50,00 %
01.01.2004	51,00 %	49,00 %

Abb. 4.10. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Marktanteil

Der Marktanteil bleibt im ersten Bedrohungsszenario ungefähr auf dem Niveau des Basisszenarios. Es wurden vom Modellunternehmen kleinere Marktanteile gewonnen. Daraus läßt sich schließen, daß der Wettbewerb auch einen Rückgang an Bestellungen zu verzeichnen hat. Der Auftragseingang reduziert sich ebenfalls.



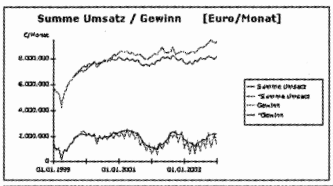
Basisszenario vs. Bedrohung 1: Auftragseingang

Zeit	Auftragseingang	*Auftragseingang
01.03.2003	7.527.520,00 €/Monat	8.396.080,00 €/Monat
01.04.2003	7.550.961,00 €/Monat	8.418.057,00 €/Monat
01.05.2003	7.510.317,00 €/Monat	8.484.229,00 €/Monat
01.06.2003	7.668.419,00 €/Monat	8.549.003,00 €/Monat
01.07.2003	7.688.928,00 €/Monat	8.539.146,00 €/Monat
01.08.2003	7.818.720,00 €/Monat	9.096.780,00 €/Monat
01.09.2003	7.837.641,00 €/Monat	9.049.257,00 €/Monat
01.10.2003	7.894.359,00 €/Monat	9.000.332,00 €/Monat
01.11.2003	7.874.050,00 €/Monat	9.218.400,00 €/Monat
01.12.2003	7.858.470,00 €/Monat	9.506.832,00 €/Monat
01.01.2004	7.804.428,00 €/Monat	9.219.937,00 €/Monat

Abb. 4.11. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Auftragseingang

Statt einem *Auftragseingang* von über 9 Mio. [Euro/Monat] zum Ende des Simulationszeitraums stagniert diese Größe um 7,8 Mio. [Euro/Monat]. Dies entspricht einem Rückgang von etwa 16 %.

In ähnlicher Weise entwickelt sich die *Summe Umsatz*. Verglichen mit den 105,8 Mio. [Euro/Jahr] im Jahr 2003 werden nur noch 94,8 Mio. [Euro/Jahr] erreicht. Von besonderem Interesse ist aber, in welchem Ausmaß sich der Rückgang an eingehenden *Bestellungen* auch auf den *Gewinn* niederschlägt.



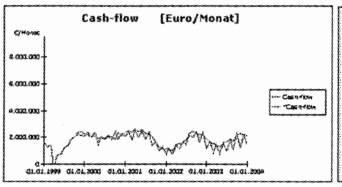
Basisszenario vs. Bedrohung 1: Umsatz und Gewinn

Zeit	Summe Umsatz	*Summe Umsatz	Gewinn	*Gewinn
01.05.2003	7.863.395,00 €/Monat	8.499.496,00 €/Monat	689.542,69 €/Monat	1.226.528,32 €/Monat
01.06.2003	7.774.800,00 €/Monat	8.673.560,00 €/Monat	1.539.022,82 €/Monat	1.452.489,32 €/Monat
01.07.2003	8.053.039,00 €/Monat	8.884.948,00 €/Monat	900.006,29 €/Monat	1.530.646,91 €/Monat
01.08.2003	8.032.102,00 €/Monat	8.879.618,00 €/Monat	1.723.568,80 €/Monat	1.746.803,28 €/Monat
01.09.2003	7.974.966,00 €/Monat	9.055.440,00 €/Monat	1.039.898,98 €/Monat	1.722.025,32 €/Monat
01.10.2003	8.221.274,00 €/Monat	9.272.055,00 €/Monat	2.120.562,45 €/Monat	2.054.836,46 €/Monat
01.11.2003	8.162.628,00 €/Monat	9.452.310,00 €/Monat	1.174.632,55 €/Monat	2.134.271,94 €/Monat
01.12.2003	8.033.885,00 €/Monat	9.245.258,00 €/Monat	2.089.965,79 €/Monat	2.190.345,19 €/Monat
01.01.2004	8.211.253,00 €/Monat	9.344.988,00 €/Monat	1.288.832,06 €/Monat	2.194.868,67 €/Monat

Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0,00 €	73.129.777,00 €	92.954.935,00 €	93.868.292,00 €	95.571.444,00 €	94.829.829,00 €
*Umsatz pa	0,00 €	72.295.053,00 €	92.963.617,00 €	100.419.973,00 €	102.560.276,00 €	105.893.280,00 €
Gewinn pa	0,00 €	16.911.955,55 €	24.196.112,51 €	22.117.326,28 €	17.957.220,15 €	16.214.961,85 €
*Gewinn pa	0,00 €	16.457.618,38 €	23.995.554,40 €	24.861.939,20 €	20.297.191,30 €	20.189.249,40 €

Abb. 4.12. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Summe Umsatz/Summe Gewinn

Der Gewinn entwickelt sich hinsichtlich der Schwankungen ähnlich dem des Basisszenarios. Dennoch bewegt sich der absolute Wert auf einem niedrigeren Niveau. Verglichen mit den rund 2,2 Mio. [Euro/Monat] des Basisszenarios zeigen die durchschnittlich erreichten 1,6 Mio. [Euro/Monat] einen deutlichen Rückgang. Der Jahresüberschuß liegt im Jahr 2003 nur noch bei 16,2 Mio. [Euro/Jahr]. Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Gewinn im Vergleich zum Umsatz mit etwa 25 % überproportional stark sank. Für den *Cash-flow* ergibt sich eine ähnliche Entwicklung.

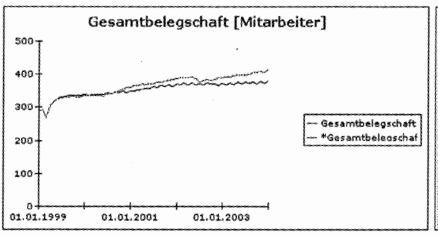


Basisszenario vs. Bedrohung 1: Cash-flow

Zeit	Cash-flow	*Cash-flow
01.04.2003	1.446.560,40 €/Monat	1.477.685,36 €/Monat
01.05.2003	780.555,70 €/Monat	1.231.259,03 €/Monat
01.06.2003	1.553.634,46 €/Monat	1.499.040,25 €/Monat
01.07.2003	1.011.574,44 €/Monat	1.656.001,74 €/Monat
01.08.2003	1.806.947,15 €/Monat	1.807.125,93 €/Monat
01.09.2003	1.062.638,63 €/Monat	1.709.544,18 €/Monat
01.10.2003	2.243.514,03 €/Monat	2.121.075,84 €/Monat
01.11.2003	1.260.737,82 €/Monat	2.283.064,06 €/Monat
01.12.2003	2.139.933,05 €/Monat	2.227.825,23 €/Monat
01.01.2004	1.408.985,58 €/Monat	2.168.041,86 €/Monat

Abb. 4.13. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Cash-flow

Ebenfalls von Interesse ist, ob sich der schrumpfende Markt auf die Entwicklung der *Gesamtbelegschaft* auswirkt.

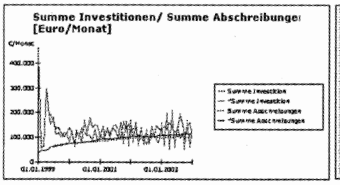


Basisszenario vs. Bedrohung 1: Gesamtbelegschaft

Zeit	Gesamtbelegschaft	*Gesamtbelegschaft
01.03.2003	375.00 Mitarbeiter	393.00 Mitarbeiter
01.04.2003	369.00 Mitarbeiter	396.00 Mitarbeiter
01.05.2003	378.00 Mitarbeiter	398.00 Mitarbeiter
01.06.2003	372.00 Mitarbeiter	399.00 Mitarbeiter
01.07.2003	378.00 Mitarbeiter	399.00 Mitarbeiter
01.08.2003	374.00 Mitarbeiter	401.00 Mitarbeiter
01.09.2003	377.00 Mitarbeiter	407.00 Mitarbeiter
01.10.2003	370.00 Mitarbeiter	407.00 Mitarbeiter
01.11.2003	379.00 Mitarbeiter	408.00 Mitarbeiter
01.12.2003	373.00 Mitarbeiter	405.00 Mitarbeiter
01.01.2004	379.00 Mitarbeiter	416.00 Mitarbeiter

Abb. 4.14. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Gesamtbelegschaft

Auch im ersten Bedrohungsszenario steigt die Personalzahl, später stagniert sie jedoch bei etwa 375 [Mitarbeiter]. Dies bedeutet im Vergleich zum Basisszenario einen um 10% geringeren Personalaufbau. Trotz rückläufiger Auftragseingänge kommt es nicht zu einer erkennbaren Reduzierung der *Gesamtbelegschaft*. Schließlich werden die Investitions- und Abschreibungsentwicklungen betrachtet.



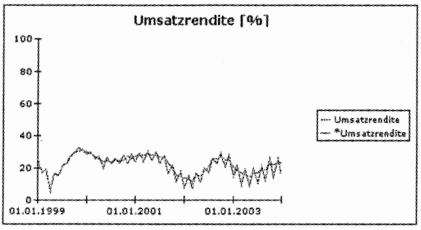
Basisszenario vs. Bedrohung 1: Summe Investitionen / Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Investition	*Summe Investition	Summe Abschreibungen	*Summe Abschreibungen
01.04.2003	72.239,60 €/Monat	161.913,40 €/Monat	101.292,71 €/Monat	108.665,92 €/Monat
01.05.2003	199.387,46 €/Monat	145.123,33 €/Monat	100.327,32 €/Monat	110.354,70 €/Monat
01.06.2003	71.804,53 €/Monat	122.063,03 €/Monat	103.068,54 €/Monat	111.518,69 €/Monat
01.07.2003	139.302,93 €/Monat	131.708,27 €/Monat	102.036,52 €/Monat	111.582,59 €/Monat
01.08.2003	97.800,00 €/Monat	191.900,00 €/Monat	102.915,85 €/Monat	112.341,60 €/Monat
01.09.2003	113.974,28 €/Monat	155.274,06 €/Monat	103.044,21 €/Monat	114.739,59 €/Monat
01.10.2003	62.549,67 €/Monat	99.348,78 €/Monat	103.186,26 €/Monat	115.988,67 €/Monat
01.11.2003	156.871,84 €/Monat	147.498,00 €/Monat	101.904,68 €/Monat	115.277,73 €/Monat
01.12.2003	66.599,11 €/Monat	156.198,22 €/Monat	103.704,40 €/Monat	116.354,94 €/Monat
01.01.2004	120.392,92 €/Monat	113.843,90 €/Monat	102.514,86 €/Monat	118.106,33 €/Monat

Abb. 4.15. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen

Die Entwicklungen sind ähnlich, dennoch bewegt sich auch hier das Niveau der periodischen *Investitionen* und *Abschreibungen* für das erste Bedrohungsszenario absolut auf einem niedrigeren Niveau. Während die Investitionen teilweise 40% unter denen des Basisszenarios liegen, ergibt sich für die gewinnbeeinflussende Größe *Abschreibungen* nur ein konstant um 10% niedrigerer Wert je Periode.

Den Abschluß der Szenarioanalyse „Nachfragerückgang" bildet die Untersuchung der Renditekennzahlen. Auch hier werden die Werte denen des Basisszenarios gegenübergestellt.

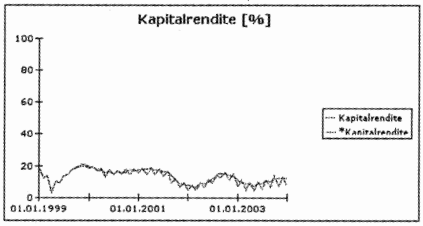


Basisszenario vs. Bedrohung 1: Umsatzrendite

Zeit	Umsatzrendite	*Umsatzrendite
01.04.2003	18.85 %	16.09 %
01.05.2003	8.77 %	14.43 %
01.06.2003	19.80 %	16.75 %
01.07.2003	11.18 %	17.23 %
01.08.2003	21.46 %	19.67 %
01.09.2003	13.04 %	19.02 %
01.10.2003	25.80 %	22.16 %
01.11.2003	14.39 %	22.58 %
01.12.2003	26.01 %	23.69 %
01.01.2004	15.70 %	23.49 %

Abb. 4.16. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Umsatzrendite

Die *Umsatzrendite* zeigt einen nahezu unveränderten Verlauf. Allerdings treten zum Ende des Simulationszeitraums größere Schwankungen auf.



Basisszenario vs. Bedrohung 1: Kapitalrendite

Zeit	Kapitalrendite	*Kapitalrendite
01.04.2003	9.41 %	8.50 %
01.05.2003	4.48 %	7.48 %
01.06.2003	9.91 %	8.75 %
01.07.2003	5.76 %	9.15 %
01.08.2003	10.98 %	10.41 %
01.09.2003	6.60 %	10.08 %
01.10.2003	13.35 %	11.90 %
01.11.2003	7.40 %	12.32 %
01.12.2003	13.09 %	12.58 %
01.01.2004	8.04 %	12.44 %

Abb. 4.17. Basisszenario vs. Bedrohung 1: Kapitalrendite

Die Aussagen zur *Umsatzrendite* gelten gleichermaßen für die *Kapitalrendite*. Jedoch liegt sie zum Ende der Simulation teilweise deutlich unter der des Basisszenarios.

Zusammenfassend läßt sich für das erste Bedrohungsszenario „Nachfragerückgang" feststellen, daß sowohl Modellunternehmen als auch Wettbewerb gleichermaßen von der negativen Entwicklung am Absatzmarkt betroffen sind. Es kommt zu keinem Marktanteilsverlust, obgleich die wertmäßigen Größen *Auftragseingang*, *Summe Umsatz* und *Gewinn* verglichen mit dem Basisszenario rückläufig sind. Der *Gewinn* ging überproportional zurück. Dennoch kommt es nicht zu Personalabbau. Die Ursache liegt in der fehlenden Verknüpfung des erzielten Ge-

winns im Modell mit personalbezogenen Größen.[14] Die untersuchten Renditekennzahlen reagieren ebenfalls nicht in ernsthaftem Maße. Von einem dauerhaft die Existenz des Unternehmens bedrohenden Szenario „Nachfragerückgang" kann nicht gesprochen werden.

Bezüglich der Robustheit des entwickelten systemdynamischen Gesamtmodells kann festgehalten werden, daß die Änderung einer Größe qualitativ erwartete Resultate liefert und kein chaotisches Modell- bzw. Systemverhalten generiert.

4.2.2 Szenario 2: Bedrohung durch Preisverfall

Im zweiten Bedrohungsszenario wird ein besonders schneller „Preisverfall" angenommen. Erneut erfolgt die Beibehaltung aller Werte des Basisszenarios. Lediglich bei der Größe *Preisverfall*, die im Modell mit einer GRAPH-Funktion über die Zeit festgelegt wurde, wird ein anderer Verlauf angenommen.

Die Abbildungen zeigen die Veränderung der Modellgröße *Preisverfall*.

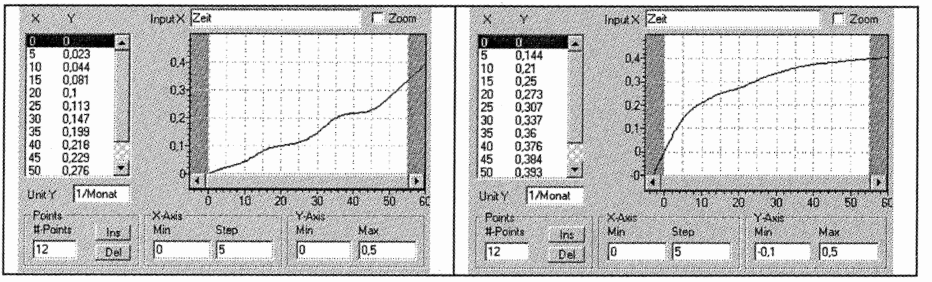


Abb. 4.18. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Preisverfall (Y) in Abh. der Zeit (X)

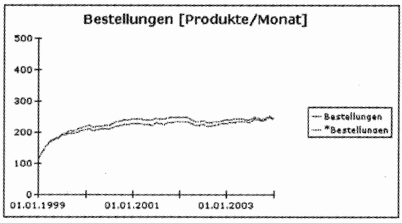
Im Gegensatz zum Basisszenario fällt der *Referenzpreis* als Resultat in den ersten Perioden sehr schnell. Mit zunehmender Simulationszeit entwickelt er sich dann langsamer, um schließlich zum Simulationsendpunkt mit etwa 40% auf dem Niveau des Basisszenarios zu liegen.

Um die Auswirkungen zu untersuchen, werden die Simulationsergebnisse des zweiten Bedrohungsszenarios mit denen des Basisszenarios verglichen. Marktseitig dienen erneut die Größen *Bestellungen* und *Marktanteil* zur Beurteilung.[15]

---

[14] Im Beispielunternehmen werden ausreichende Rücklagen und Liquiditätsreserven angenommen, die einen über mehrere Perioden realisierten Verlust erlauben und damit einen Bankrott des Unternehmens vermeiden.

[15] Die in der Grafik und den Wertetabellen mit * gekennzeichnete Größe zeigt die Simulationsergebnisse des Basisszenarios.

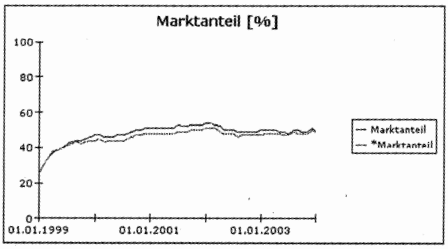


Basisszenario vs. Bedrohung 2: Bestellungen

Zeit	Bestellungen	*Bestellungen
01.04.2003	242.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.05.2003	242.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.06.2003	241.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.07.2003	239.00 Produkte/Monat	231.00 Produkte/Monat
01.08.2003	249.00 Produkte/Monat	242.00 Produkte/Monat
01.09.2003	246.00 Produkte/Monat	239.00 Produkte/Monat
01.10.2003	241.00 Produkte/Monat	236.00 Produkte/Monat
01.11.2003	245.00 Produkte/Monat	240.00 Produkte/Monat
01.12.2003	252.00 Produkte/Monat	248.00 Produkte/Monat
01.01.2004	244.00 Produkte/Monat	241.00 Produkte/Monat

Abb. 4.19. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Bestellungen

Es ist keine nennenswerte Änderung der eingehenden *Bestellungen* im Vergleich zum Basisszenario erkennbar. In geringem Umfang übersteigen sie die des Basisszenarios. Zum Ende des Simulationszeitraums gehen statt 240 [Produkte/Monat] rund 250 [Produkte/Monat] Bestellungen ein. Ähnliche Ergebnisse zeigt die Analyse des *Marktanteils* im zweiten Bedrohungsszenario.

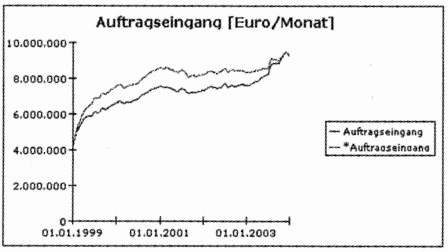


Basisszenario vs. Bedrohung 2: Marktanteil

Zeit	Marktanteil	*Marktanteil
01.03.2003	50.00 %	48.00 %
01.04.2003	50.00 %	48.00 %
01.05.2003	49.00 %	48.00 %
01.06.2003	49.00 %	47.00 %
01.07.2003	48.00 %	47.00 %
01.08.2003	50.00 %	49.00 %
01.09.2003	50.00 %	48.00 %
01.10.2003	49.00 %	48.00 %
01.11.2003	49.00 %	48.00 %
01.12.2003	51.00 %	50.00 %
01.01.2004	49.00 %	49.00 %

Abb. 4.20. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Marktanteil

Der *Marktanteil* bleibt auf dem Niveau des Basisszenarios. Er übersteigt den des Basisszenarios lediglich um etwa einen Prozentpunkt. Es wurden keine Marktanteile gewonnen oder verloren.



Basisszenario vs. Bedrohung 2: Auftragseingang

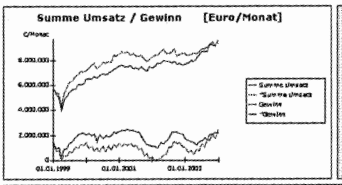
Zeit	Auftragseingang	*Auftragseingang
01.03.2003	7.766.990.00 €/Monat	8.396.080.00 €/Monat
01.04.2003	7.838.138.00 €/Monat	8.418.057.00 €/Monat
01.05.2003	7.994.954.00 €/Monat	8.484.229.00 €/Monat
01.06.2003	8.119.049.00 €/Monat	8.549.003.00 €/Monat
01.07.2003	8.208.216.00 €/Monat	8.539.146.00 €/Monat
01.08.2003	8.802.150.00 €/Monat	9.096.780.00 €/Monat
01.09.2003	8.857.476.00 €/Monat	9.049.257.00 €/Monat
01.10.2003	8.835.542.00 €/Monat	9.000.332.00 €/Monat
01.11.2003	9.142.910.00 €/Monat	9.218.400.00 €/Monat
01.12.2003	9.481.500.00 €/Monat	9.506.832.00 €/Monat
01.01.2004	9.255.164.00 €/Monat	9.219.937.00 €/Monat

Abb. 4.21. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Auftragseingang

Ein deutlicher Unterschied zum Basisszenario zeigt sich bei der Betrachtung des monetär gemessenen *Auftragseingangs*. Während der Simulation liegt er im

Durchschnitt mit 1 Mio. [Euro/Monat] deutlich unter dem Wert des Basisszenarios. Die Ursache liegt in dem niedrigen *Produktpreis*. Zum Ende der Simulation nähert sich der Wert des *Auftragseingangs* wieder dem Basisszenario.

In ähnlicher Weise entwickelt sich der *Umsatz*. Im Jahr 2001 wurde ein Wert von 89 Mio. [Euro/Jahr] erreicht. Dieser liegt deutlich unter dem Basisszenario. Im letzten Simulationsjahr steigt er dann auf 101,4 Mio. [Euro/Jahr]. Von Interesse ist jedoch auch in diesem Szenario, in welchem Ausmaß sich der starke Preisverfall auf den *Gewinn* niederschlägt.



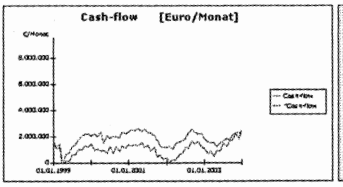
Basisszenario vs. Bedrohung 2: Umsatz und Gewinn

Zeit	Summe Umsatz	*Summe Umsatz	Gewinn	*Gewinn
01.04.2003	7.888.862,00 €/Monat	8.578.468,00 €/Monat	477.802,69 €/Monat	1.380.240,50 €/Monat
01.05.2003	8.105.943,00 €/Monat	8.499.496,00 €/Monat	848.578,82 €/Monat	1.226.528,32 €/Monat
01.06.2003	8.393.273,00 €/Monat	8.673.560,00 €/Monat	756.436,48 €/Monat	1.452.489,32 €/Monat
01.07.2003	8.652.154,00 €/Monat	8.884.946,00 €/Monat	1.330.545,80 €/Monat	1.530.646,91 €/Monat
01.08.2003	8.716.281,00 €/Monat	8.878.618,00 €/Monat	1.082.965,21 €/Monat	1.746.803,28 €/Monat
01.09.2003	8.690.968,00 €/Monat	9.055.440,00 €/Monat	1.641.545,15 €/Monat	1.722.025,32 €/Monat
01.10.2003	9.245.376,00 €/Monat	9.272.055,00 €/Monat	1.653.873,28 €/Monat	2.054.836,46 €/Monat
01.11.2003	9.216.819,00 €/Monat	9.452.310,00 €/Monat	2.042.577,24 €/Monat	2.134.271,94 €/Monat
01.12.2003	9.102.621,00 €/Monat	9.245.258,00 €/Monat	1.792.880,43 €/Monat	2.190.345,18 €/Monat
01.01.2004	9.629.647,00 €/Monat	9.344.988,00 €/Monat	2.518.922,23 €/Monat	2.194.868,67 €/Monat

Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0,00 €	65.272.702,00 €	82.154.796,00 €	89.070.072,00 €	93.034.587,00 €	101.434.267,00 €
*Umsatz pa	0,00 €	72.295.053,00 €	92.963.617,00 €	100.419.973,00 €	102.560.276,00 €	105.893.280,00 €
Gewinn pa	0,00 €	9.782.840,88 €	12.073.035,35 €	11.634.971,27 €	8.965.900,50 €	14.098.125,11 €
*Gewinn pa	0,00 €	16.457.618,38 €	23.995.554,40 €	24.861.939,20 €	20.297.191,30 €	20.189.249,40 €

Abb. 4.22. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Summe Umsatz/Summe Gewinn

Die Gewinnentwicklung ist ähnlich der des Basisszenarios. Dennoch ist der absolute Wert niedriger. Es wird in der Grafik deutlich, daß sich der geringere *Umsatz* bei gleichen Mengen und Kosten in etwa gleicher Höhe negativ auf den *Gewinn* auswirkt. Zu zwei Simulationszeitpunkten geht der Gewinn sogar bis auf 0 [Euro/Monat] zurück. Der Jahresüberschuß in den Jahren 2001 bis 2003 erreicht teilweise nicht einmal 50% vom Wert des Basisszenarios. Für den *Cash-flow* ergibt sich ein ähnlicher Verlauf.

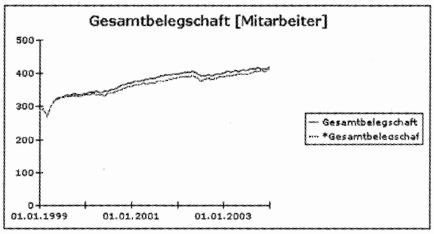


Basisszenario vs. Bedrohung 2: Cash-flow

Zeit	Cash-flow	*Cash-flow
01.05.2003	870.122,15 €/Monat	1.231.259,03 €/Monat
01.06.2003	850.833,15 €/Monat	1.499.040,25 €/Monat
01.07.2003	1.481.067,14 €/Monat	1.656.001,74 €/Monat
01.08.2003	1.203.157,56 €/Monat	1.807.125,93 €/Monat
01.09.2003	1.530.686,45 €/Monat	1.709.544,18 €/Monat
01.10.2003	1.769.569,49 €/Monat	2.121.075,84 €/Monat
01.11.2003	2.154.974,31 €/Monat	2.283.064,06 €/Monat
01.12.2003	1.751.835,34 €/Monat	2.227.825,23 €/Monat
01.01.2004	2.577.177,00 €/Monat	2.169.041,86 €/Monat

Abb. 4.23. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Cash-flow

Im folgenden wird untersucht, ob sich der Preisverfall auf die Höhe der *Gesamtbelegschaft* auswirkt.



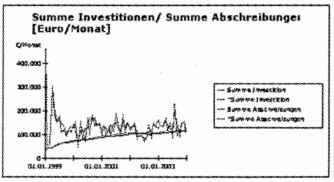
Basisszenario vs. Bedrohung 2: Gesamtbelegschaft

Zeit	Gesamtbelegschaft	*Gesamtbelegschaft
01.03.2003	404.00 Mitarbeiter	393.00 Mitarbeiter
01.04.2003	409.00 Mitarbeiter	396.00 Mitarbeiter
01.05.2003	407.00 Mitarbeiter	398.00 Mitarbeiter
01.06.2003	411.00 Mitarbeiter	399.00 Mitarbeiter
01.07.2003	409.00 Mitarbeiter	399.00 Mitarbeiter
01.08.2003	413.00 Mitarbeiter	401.00 Mitarbeiter
01.09.2003	414.00 Mitarbeiter	407.00 Mitarbeiter
01.10.2003	418.00 Mitarbeiter	407.00 Mitarbeiter
01.11.2003	415.00 Mitarbeiter	408.00 Mitarbeiter
01.12.2003	415.00 Mitarbeiter	405.00 Mitarbeiter
01.01.2004	420.00 Mitarbeiter	416.00 Mitarbeiter

Abb. 4.24. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Gesamtbelegschaft

Die Gesamtbelegschaft entwickelt sich analog der des Basisszenarios. Der geringfügige Anstieg resultiert aus dem leicht erhöhten Produktionsprogramm.

Die Analyse der Investitions- und Abschreibungsentwicklungen erfolgt für das zweite Bedrohungsszenario erneut durch einen Vergleich mit dem Basisszenario.

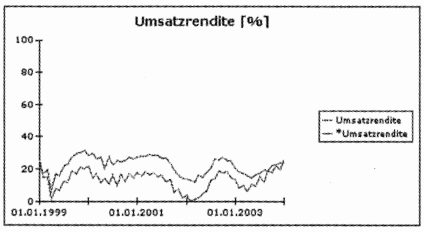


Basisszenario vs. Bedrohung 2: Summe Investitionen / Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Investition	*Summe Investition	Summe Abschreibungen	*Summe Abschreibungen
01.05.2003	121.288,90 €/Monat	145.129,33 €/Monat	114.950,18 €/Monat	110.354,70 €/Monat
01.06.2003	145.517,00 €/Monat	122.063,03 €/Monat	115.293,84 €/Monat	111.518,69 €/Monat
01.07.2003	93.670,40 €/Monat	131.708,27 €/Monat	115.875,68 €/Monat	111.582,59 €/Monat
01.08.2003	229.500,00 €/Monat	191.900,00 €/Monat	115.015,60 €/Monat	112.341,60 €/Monat
01.09.2003	97.899,33 €/Monat	153.274,06 €/Monat	118.799,60 €/Monat	114.739,59 €/Monat
01.10.2003	112.748,34 €/Monat	99.348,78 €/Monat	117.955,85 €/Monat	115.988,67 €/Monat
01.11.2003	149.998,67 €/Monat	147.498,00 €/Monat	117.562,08 €/Monat	115.277,73 €/Monat
01.12.2003	152.097,45 €/Monat	158.198,22 €/Monat	119.061,24 €/Monat	116.354,94 €/Monat
01.01.2004	97.795,56 €/Monat	113.843,90 €/Monat	120.127,80 €/Monat	118.106,33 €/Monat

Abb. 4.25. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen

Auch hier zeigen die Entwicklungen einen nahezu identischen Verlauf, das Niveau der periodischen *Investitionen* und *Abschreibungen* übersteigt das des Basisszenarios nur unwesentlich. Eine vollständige Szenarioanalyse „Preisverfall" erfordert abschließend die Untersuchung der ermittelten Renditekennzahlen.

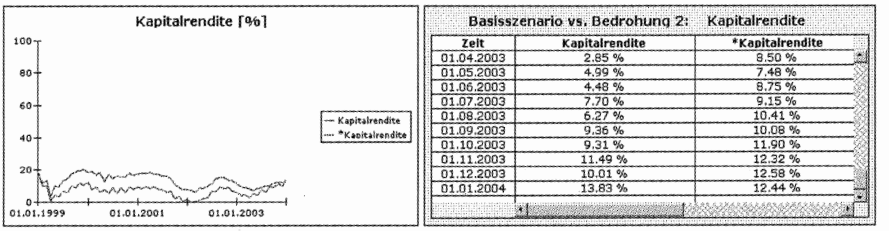


Basisszenario vs. Bedrohung 2: Umsatzrendite

Zeit	Umsatzrendite	*Umsatzrendite
01.05.2003	10,47 %	14,43 %
01.06.2003	9,16 %	16,75 %
01.07.2003	15,38 %	17,23 %
01.08.2003	12,42 %	19,67 %
01.09.2003	18,89 %	19,02 %
01.10.2003	17,89 %	22,16 %
01.11.2003	22,16 %	22,58 %
01.12.2003	19,70 %	23,69 %
01.01.2004	26,16 %	23,49 %

Abb. 4.26. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Umsatzrendite

Die *Umsatzrendite* zeigt zeitlich analog erfolgende Schwankungen, der absolute Wert liegt jedoch deutlich niedriger als im Basisszenario. Dies resultiert aus dem zeitweise bis auf 0 [Euro/Monat] zurückgehenden Gewinn. Entsprechend wird auch die Entwicklung der *Umsatzrendite* negativ beeinflußt.



Zeit	Kapitalrendite	*Kapitalrendite
01.04.2003	2.85 %	8.50 %
01.05.2003	4.99 %	7.48 %
01.06.2003	4.48 %	8.75 %
01.07.2003	7.70 %	9.15 %
01.08.2003	6.27 %	10.41 %
01.09.2003	9.36 %	10.08 %
01.10.2003	9.31 %	11.90 %
01.11.2003	11.49 %	12.32 %
01.12.2003	10.01 %	12.58 %
01.01.2004	13.83 %	12.44 %

Abb. 4.27. Basisszenario vs. Bedrohung 2: Kapitalrendite

Gleiches gilt für die *Kapitalrendite.* Auch sie sinkt aufgrund der Gewinnentwicklung zeitweilig auf 0. Das gebundene Kapital bewegt sich auf dem Niveau des Basisszenarios.

Zusammenfassend läßt sich für das zweite Bedrohungsszenario „Preisverfall" feststellen, daß die Auswirkungen im Vergleich zum Basisszenario schon deutlich sind. Der Marktanteil bleibt unverändert, die wertmäßigen Größen *Auftragseingang*, *Summe Umsatz* und *Gewinn* gehen jedoch im Vergleich zum Basisszenario während der Simulation erheblich zurück. Insbesondere der *Gewinn* reduziert sich zeitweilig bis auf 0 [Euro/Monat]. Die analysierten Renditekennzahlen sind ebenfalls niedrig. Von einem die Existenz oder Marktposition des Unternehmens bedrohenden Szenario „Preisverfall" läßt sich nicht sprechen. Auch nach der Untersuchung des zweiten Bedrohungsszenarios ist das Unternehmensmodell als stabil und robust einzustufen, auftretende Änderungen im Systemverhalten sind nachvollziehbar.

4.2.3 Szenario 3: Bedrohung durch Materialkostenanstieg

Alle im Basisszenario geltenden Werte der Modellgrößen werden wiederum beibehalten, lediglich die zeitabhängige Größe *Preis Material* wird in der Grafik mit einer anderen zeitlichen Entwicklung angenommen. Die folgende Abbildung zeigt die Veränderung der Größe *Preis Material* im dritten Bedrohungsszenario.

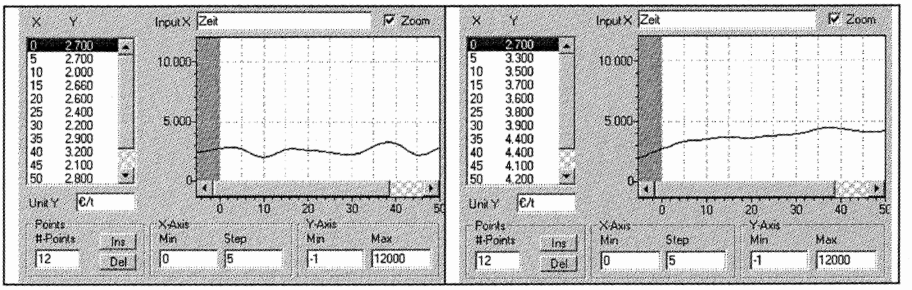
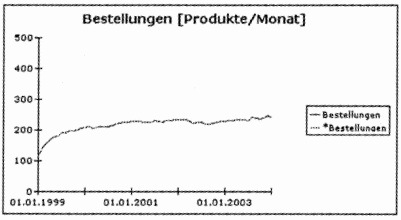


Abb. 4.28. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Preis Material (Y) in Abh. der Zeit (X)

Während im Basisszenario der Preis für das Rohmaterial um den Wert 3.000 [Euro/t] schwankt, wird jetzt von einem steten Erhöhung ausgegangen. Von etwa 3.000 [Euro/t] zu Simulationsbeginn steigt der *Preis Rohmaterial* um über 40% auf rund 4.400 [Euro/t] zum Ende des Simulationszeitraums.

Um auch für dieses Szenario die Effekte deutlich zu machen, werden wiederum die Simulationsergebnisse des Basisszenarios als Vergleichsbasis herangezogen. Für die Betrachtung der Marktseite dienen die Größen *Bestellungen* und *Marktanteil*.

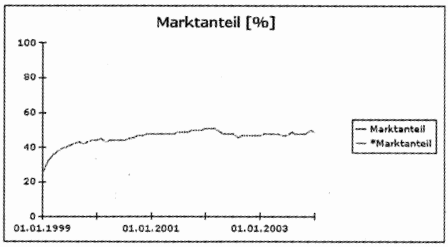


Basisszenario vs. Bedrohung 3: Bestellungen

Zeit	Bestellungen	*Bestellungen
01.03.2003	232.00 Produkte/Monat	232.00 Produkte/Monat
01.04.2003	233.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.05.2003	233.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.06.2003	233.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.07.2003	231.00 Produkte/Monat	231.00 Produkte/Monat
01.08.2003	242.00 Produkte/Monat	242.00 Produkte/Monat
01.09.2003	239.00 Produkte/Monat	239.00 Produkte/Monat
01.10.2003	236.00 Produkte/Monat	236.00 Produkte/Monat
01.11.2003	240.00 Produkte/Monat	240.00 Produkte/Monat
01.12.2003	248.00 Produkte/Monat	248.00 Produkte/Monat
01.01.2004	241.00 Produkte/Monat	241.00 Produkte/Monat

Abb. 4.29. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Bestellungen

Die Entwicklung der eingehenden *Bestellungen* ist völlig identisch mit der des Basisszenarios. Dies ist nachvollziehbar, da im dritten Bedrohungsszenario lediglich eine Kostenentwicklung verändert wurde, die keinerlei Einfluß auf den Markt und dessen Teilnehmer hat. Es existiert keine Beziehung zwischen der Größe *Preis Rohmaterial* und einer anderen, nicht monetären Größe. Folglich zeigt der *Marktanteil* ebenfalls keine Veränderung.

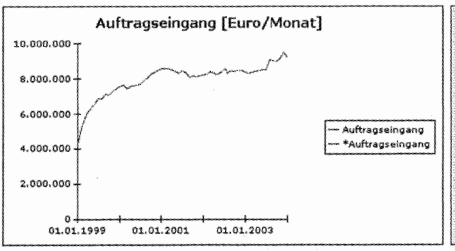


Basisszenario vs. Bedrohung 3: Marktanteil

Zeit	Marktanteil	*Marktanteil
01.04.2003	48,00 %	48,00 %
01.05.2003	48,00 %	48,00 %
01.06.2003	47,00 %	47,00 %
01.07.2003	47,00 %	47,00 %
01.08.2003	49,00 %	49,00 %
01.09.2003	48,00 %	48,00 %
01.10.2003	48,00 %	48,00 %
01.11.2003	48,00 %	48,00 %
01.12.2003	50,00 %	50,00 %
01.01.2004	49,00 %	49,00 %

Abb. 4.30. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Marktanteil

Die Entwicklung des Rohmaterialpreises hat im Modellunternehmen keinen Einfluß auf den Preis des Produktes. Auftretende Materialpreissteigerungen können nicht über den *Produktpreis* weitergegeben werden. Damit erklärt sich auch der unveränderte Verlauf des *Auftragseingangs*.

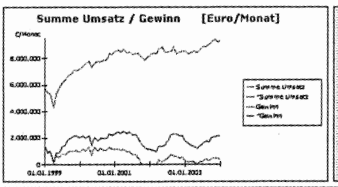


Basisszenario vs. Bedrohung 3: Auftragseingang

Zeit	Auftragseingang	*Auftragseingang
01.04.2003	8.418.057,00 €/Monat	8.418.057,00 €/Monat
01.05.2003	8.484.229,00 €/Monat	8.484.229,00 €/Monat
01.06.2003	8.549.003,00 €/Monat	8.549.003,00 €/Monat
01.07.2003	8.539.146,00 €/Monat	8.539.146,00 €/Monat
01.08.2003	9.096.780,00 €/Monat	9.096.780,00 €/Monat
01.09.2003	9.049.257,00 €/Monat	9.049.257,00 €/Monat
01.10.2003	9.000.332,00 €/Monat	9.000.332,00 €/Monat
01.11.2003	9.218.400,00 €/Monat	9.218.400,00 €/Monat
01.12.2003	9.506.832,00 €/Monat	9.506.832,00 €/Monat
01.01.2004	9.219.937,00 €/Monat	9.219.937,00 €/Monat

Abb. 4.31. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Auftragseingang

Identisch mit dem Basisszenario entwickelt sich auch der *Umsatz*. Von Interesse ist jedoch insbesondere in diesem Szenario, in welchem Ausmaß sich der erhebliche Materialpreisanstieg auf den *Gewinn* auswirkt.



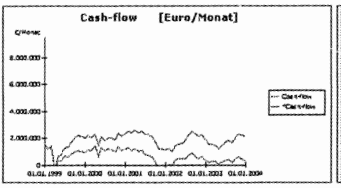
Basisszenario vs. Bedrohung 3: Umsatz und Gewinn

Zeit	Summe Umsatz	*Summe Umsatz	Gewinn	*Gewinn
01.04.2003	8.578.468,00 €/Monat	8.578.468,00 €/Monat	183.294,61 €/Monat	1.380.248,50 €/Monat
01.05.2003	8.499.496,00 €/Monat	8.499.496,00 €/Monat	53.332,04 €/Monat	1.226.528,32 €/Monat
01.06.2003	8.673.560,00 €/Monat	8.673.560,00 €/Monat	224.621,78 €/Monat	1.452.489,32 €/Monat
01.07.2003	8.884.948,00 €/Monat	8.884.948,00 €/Monat	213.511,20 €/Monat	1.530.646,91 €/Monat
01.08.2003	8.878.618,00 €/Monat	8.878.618,00 €/Monat	373.123,28 €/Monat	1.746.803,28 €/Monat
01.09.2003	9.055.440,00 €/Monat	9.055.440,00 €/Monat	246.726,86 €/Monat	1.722.025,32 €/Monat
01.10.2003	9.272.055,00 €/Monat	9.272.055,00 €/Monat	468.814,91 €/Monat	2.054.836,46 €/Monat
01.11.2003	9.452.310,00 €/Monat	9.452.310,00 €/Monat	441.848,36 €/Monat	2.134.271,94 €/Monat
01.12.2003	9.245.258,00 €/Monat	9.245.258,00 €/Monat	450.359,75 €/Monat	2.190.345,18 €/Monat
01.01.2004	9.344.988,00 €/Monat	9.344.988,00 €/Monat	347.008,80 €/Monat	2.194.868,67 €/Monat

Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0,00 €	72.295.053,00 €	92.963.617,00 €	100.419.973,00 €	102.560.276,00 €	105.893.280,00 €
*Umsatz pa	0,00 €	72.295.053,00 €	92.963.617,00 €	100.419.973,00 €	102.560.276,00 €	105.893.280,00 €
Gewinn pa	0,00 €	10.145.505,67 €	13.320.110,35 €	8.348.660,26 €	4.106.248,22 €	3.345.191,45 €
*Gewinn pa	0,00 €	16.457.616,38 €	23.995.554,40 €	24.861.939,20 €	20.297.191,30 €	20.189.249,40 €

Abb. 4.32. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Summe Umsatz/Summe Gewinn

Erwartungsgemäß bewegt sich der absolute Wert des *Gewinns* auf einem deutlich niedrigeren Niveau. In einzelnen Perioden wird er negativ, es tritt sogar ein operativer Verlust ein. Der Jahresüberschuß sinkt ab dem Jahr 2000 kontinuierlich und erreicht im Jahr 2003 nur noch 3,3 Mio. [Euro/Jahr]. Dies entspricht im Vergleich zum Basisszenario einem Rückgang von 83%. Es wird in der Grafik deutlich, daß sich die höheren Materialkosten bei gleicher Produktionsmenge und unverändertem Preis in vollem Umfang negativ auf den *Gewinn* auswirken. Zum Ende der Simulation stagniert der *Gewinn*, obwohl der *Umsatz* in diesen Perioden stetig steigt. Für den *Cash-flow* ergibt sich ein ähnlicher Verlauf.

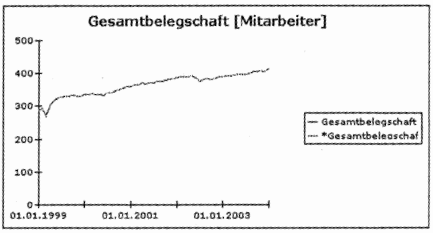


Basisszenario vs. Bedrohung 3: Cash-flow

Zeit	Cash-flow	*Cash-flow
01.04.2003	270.806,82 €/Monat	1.477.685,36 €/Monat
01.05.2003	17.619,04 €/Monat	1.231.259,03 €/Monat
01.06.2003	247.706,67 €/Monat	1.499.040,25 €/Monat
01.07.2003	339.161,52 €/Monat	1.656.001,74 €/Monat
01.08.2003	410.993,15 €/Monat	1.807.125,93 €/Monat
01.09.2003	166.685,89 €/Monat	1.709.544,18 €/Monat
01.10.2003	508.959,95 €/Monat	2.121.075,84 €/Monat
01.11.2003	603.060,36 €/Monat	2.283.064,06 €/Monat
01.12.2003	435.450,99 €/Monat	2.227.825,23 €/Monat
01.01.2004	229.463,52 €/Monat	2.168.041,86 €/Monat

Abb. 4.33. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Cash-flow

Als nächstes wird überprüft, ob sich der Materialpreisanstieg auf die Höhe der *Gesamtbelegschaft* auswirkt.

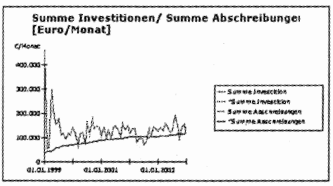


Basisszenario vs. Bedrohung 3: Gesamtbelegschaft

Zeit	Gesamtbelegschaft	*Gesamtbelegschaft
01.03.2003	393.00 Mitarbeiter	393.00 Mitarbeiter
01.04.2003	396.00 Mitarbeiter	396.00 Mitarbeiter
01.05.2003	398.00 Mitarbeiter	398.00 Mitarbeiter
01.06.2003	399.00 Mitarbeiter	399.00 Mitarbeiter
01.07.2003	399.00 Mitarbeiter	399.00 Mitarbeiter
01.08.2003	401.00 Mitarbeiter	401.00 Mitarbeiter
01.09.2003	407.00 Mitarbeiter	407.00 Mitarbeiter
01.10.2003	407.00 Mitarbeiter	407.00 Mitarbeiter
01.11.2003	408.00 Mitarbeiter	408.00 Mitarbeiter
01.12.2003	405.00 Mitarbeiter	405.00 Mitarbeiter
01.01.2004	416.00 Mitarbeiter	416.00 Mitarbeiter

Abb. 4.34. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Gesamtbelegschaft

Wie erwartet zeigt sich aufgrund des Fehlens eines Kausalzusammenhangs zwischen Materialpreis und Personaleinstellungen oder -kündigungen im Modell in der Größe *Gesamtbelegschaft* keine Änderung. Gleiches gilt für die Investitions- und Abschreibungsentwicklungen.

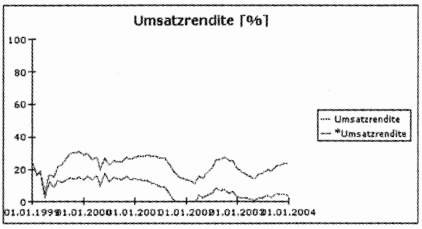


Basisszenario vs. Bedrohung 3: Summe Investitionen / Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Investition	*Summe Investition	Summe Abschreibungen	*Summe Abschreibungen
01.04.2003	161.913,40 €/Monat	161.913,40 €/Monat	108.665,92 €/Monat	108.665,92 €/Monat
01.05.2003	145.123,33 €/Monat	145.123,33 €/Monat	110.354,70 €/Monat	110.354,70 €/Monat
01.06.2003	122.063,03 €/Monat	122.063,03 €/Monat	111.518,69 €/Monat	111.518,69 €/Monat
01.07.2003	131.708,27 €/Monat	131.708,27 €/Monat	111.582,59 €/Monat	111.582,59 €/Monat
01.08.2003	191.900,00 €/Monat	191.900,00 €/Monat	112.341,60 €/Monat	112.341,60 €/Monat
01.09.2003	153.274,06 €/Monat	153.274,06 €/Monat	114.739,59 €/Monat	114.739,59 €/Monat
01.10.2003	99.348,78 €/Monat	99.348,78 €/Monat	115.988,67 €/Monat	115.988,67 €/Monat
01.11.2003	147.498,00 €/Monat	147.498,00 €/Monat	115.277,73 €/Monat	115.277,73 €/Monat
01.12.2003	158.198,22 €/Monat	158.198,22 €/Monat	116.354,94 €/Monat	116.354,94 €/Monat
01.01.2004	113.843,90 €/Monat	113.843,90 €/Monat	118.106,33 €/Monat	118.106,33 €/Monat

Abb. 4.35. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen

Die Untersuchung der ermittelten Renditekennzahlen ist im Bedrohungsszenario „Materialpreisanstieg" von Bedeutung, da sie durch die Gewinnentwicklung maßgeblich beeinflußt werden. Größere Änderungen sind im Vergleich zum Basisszenario absehbar.



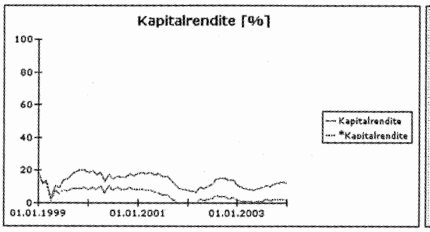
Basisszenario vs. Bedrohung 3: Umsatzrendite

Zeit	Umsatzrendite	*Umsatzrendite
01.04.2003	2.14 %	16.09 %
01.05.2003	0.63 %	14.43 %
01.06.2003	2.59 %	16.75 %
01.07.2003	2.40 %	17.23 %
01.08.2003	4.20 %	19.67 %
01.09.2003	2.72 %	19.02 %
01.10.2003	5.06 %	22.16 %
01.11.2003	4.67 %	22.58 %
01.12.2003	4.87 %	23.69 %
01.01.2004	3.71 %	23.49 %

Abb. 4.36. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Umsatzrendite

Die *Umsatzrendite* zeigt zeitlich analog erfolgende Schwankungen, absolut liegt sie im Vergleich zum Basisszenario jedoch deutlich niedriger. Als Konse-

quenz des sich negativ entwickelnden *Gewinns* fällt auch die *Umsatzrendite* durch den Materialpreisanstieg zeitweilig unter 0.



Basisszenario vs. Bedrohung 3: Kapitalrendite

Zeit	Kapitalrendite	*Kapitalrendite
01.04.2003	0.96 %	8.50 %
01.05.2003	0.28 %	7.48 %
01.06.2003	1.15 %	8.75 %
01.07.2003	1.08 %	9.15 %
01.08.2003	1.89 %	10.41 %
01.09.2003	1.22 %	10.08 %
01.10.2003	2.29 %	11.90 %
01.11.2003	2.15 %	12.32 %
01.12.2003	2.18 %	12.58 %
01.01.2004	1.65 %	12.44 %

Abb. 4.37. Basisszenario vs. Bedrohung 3: Kapitalrendite

Für die *Kapitalrendite* gelten die Aussagen zur *Umsatzrendite* gleichermaßen. Sie sinkt aufgrund der Gewinnentwicklung zeitweilig unter 0 und liegt deutlich unter dem Niveau des Basisszenarios.

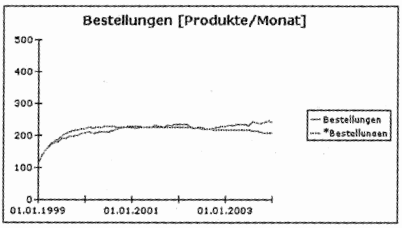
Abschließend läßt sich für das Bedrohungsszenario „Materialpreisanstieg" feststellen, daß die Auswirkungen im Vergleich zum Basisszenario erheblich sind. Dennoch lassen sich die Resultate nachvollziehen und das Modell als stabil und frei von chaotischem Verhalten einordnen. Es kommt zu keiner Änderung beim Marktanteil und den wertmäßigen Größen *Auftragseingang und Summe Umsatz*. Der *Gewinn* geht jedoch verglichen mit dem Basisszenario während der Simulation zeitweilig sogar auf unter 0 [Euro/Monat] zurück. Dies ist vollständig auf die Materialpreissteigerung zurückzuführen. Von einem dauerhaft die Existenz oder die Marktposition des Unternehmens bedrohenden Szenario läßt sich während des Simulationszeitraums noch nicht sprechen, dennoch können einige Negativentwicklungen als Anzeichen künftiger finanzieller Schwierigkeiten interpretiert werden. Die analysierten Renditekennzahlen sind niedrig und zeitweilig sogar negativ und geben Anlaß zur Reaktion im Management.

Auch in diesem Szenario findet trotz der genannten finanziellen Fehlentwicklungen kein Personalabbau statt. Die Ursache liegt wiederum in der fehlenden Verknüpfung des erzielten Gewinns im Modell mit personalbezogenen Größen. Das Wachstum an Personal in Produktion und Service ist aufgrund der produzierten Mengen notwendig und kann trotz negativer Ergebnisse durch die hohen Liquiditätsreserven finanziert werden. Für die Zentralbereiche gilt dies analog.

4.2.4 Szenario 4: Unternehmenskrise durch Extrembedrohung

Im folgenden wird die Kombination der drei bereits vorgestellten Größenänderungen *Marktentwicklung*, *Preisverfall* und *Preis Material* in ihrer gemeinsamen Wirkung auf das Unternehmenssystem untersucht. Die Vergleichsbasis für dieses extreme Bedrohungsszenario bilden erneut die Simulationsergebnisse des Basisszenarios.

Für die Betrachtung der Marktseite werden die bekannten Größen *Bestellungen* und *Marktanteil* herangezogen.

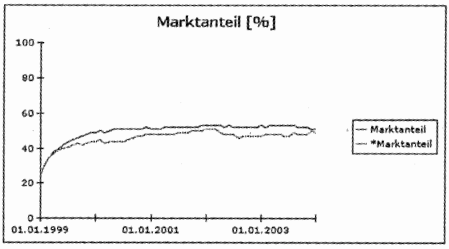


Basisszenario vs. Extrembedrohung: Bestellungen

Zeit	Bestellungen	*Bestellungen
01.03.2003	218.00 Produkte/Monat	232.00 Produkte/Monat
01.04.2003	218.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.05.2003	218.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.06.2003	217.00 Produkte/Monat	233.00 Produkte/Monat
01.07.2003	216.00 Produkte/Monat	231.00 Produkte/Monat
01.08.2003	215.00 Produkte/Monat	242.00 Produkte/Monat
01.09.2003	213.00 Produkte/Monat	239.00 Produkte/Monat
01.10.2003	211.00 Produkte/Monat	236.00 Produkte/Monat
01.11.2003	209.00 Produkte/Monat	240.00 Produkte/Monat
01.12.2003	208.00 Produkte/Monat	248.00 Produkte/Monat
01.01.2004	207.00 Produkte/Monat	241.00 Produkte/Monat

Abb. 4.38. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Bestellungen

Die Zahl der eingehenden Bestellungen ist in den ersten zwei Jahren größer als im Basisszenario, zum Ende des Simulationszeitraums liegt sie jedoch deutlich niedriger. Die Analyse des *Marktanteils* zeigt im Gegensatz dazu für das extreme Bedrohungsszenario eine leichte Erhöhung.

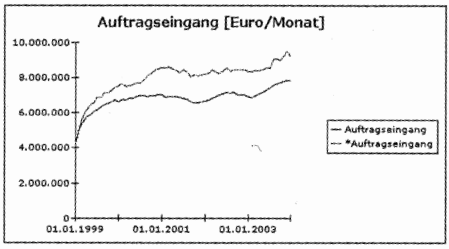


Basisszenario vs. Extrembedrohung: Marktanteil

Zeit	Marktanteil	*Marktanteil
01.04.2003	53,00 %	48,00 %
01.05.2003	53,00 %	48,00 %
01.06.2003	53,00 %	47,00 %
01.07.2003	53,00 %	47,00 %
01.08.2003	53,00 %	49,00 %
01.09.2003	52,00 %	48,00 %
01.10.2003	52,00 %	48,00 %
01.11.2003	52,00 %	48,00 %
01.12.2003	51,00 %	50,00 %
01.01.2004	51,00 %	49,00 %

Abb. 4.39. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Marktanteil

Die signifikanten Entwicklungen von Produktpreis und Nachfragevolumen haben einen erheblichen Einfluß auf den *Auftragseingang*.

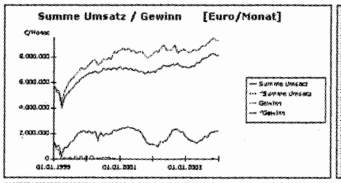


Basisszenario vs. Extrembedrohung: Auftragseingang

Zeit	Auftragseingang	*Auftragseingang
01.05.2003	7.202.066,00 €/Monat	8.484.229,00 €/Monat
01.06.2003	7.310.513,00 €/Monat	8.549.003,00 €/Monat
01.07.2003	7.418.304,00 €/Monat	8.539.146,00 €/Monat
01.08.2003	7.600.250,00 €/Monat	9.096.780,00 €/Monat
01.09.2003	7.669.278,00 €/Monat	9.049.257,00 €/Monat
01.10.2003	7.735.682,00 €/Monat	9.000.332,00 €/Monat
01.11.2003	7.799.462,00 €/Monat	9.218.400,00 €/Monat
01.12.2003	7.826.000,00 €/Monat	9.506.832,00 €/Monat
01.01.2004	7.851.717,00 €/Monat	9.219.937,00 €/Monat

Abb. 4.40. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Auftragseingang

Es ist ein deutlicher Unterschied in der Entwicklung erkennbar. Der *Auftragseingang* liegt stetig mit 1 bis 2 Mio. [Euro/Monat] unterhalb des Basisszenarios. Dies ist Ausdruck der rückläufigen Bestellungen sowie des geringeren Preises. Folglich verringert sich auch der *Umsatz*. In jedem Jahr können nur etwa 90% des Basisszenarios erreicht werden. Von Interesse ist insbesondere für dieses extreme Bedrohungsszenario, in welchem Ausmaß sich die geringeren Erlöse und die höheren Materialkosten auf den *Gewinn* auswirken.



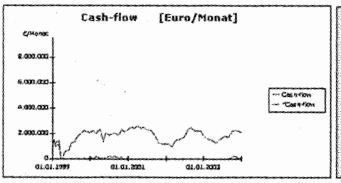
Basisszenario vs. Extrembedrohung: Umsatz und Gewinn

Zeit	Summe Umsatz	*Summe Umsatz	Gewinn	*Gewinn
01.04.2003	7.257.097,00 €/Monat	8.578.469,00 €/Monat	-686.075,26 €/Monat	1.380.248,58 €/Monat
01.05.2003	7.560.171,00 €/Monat	8.499.496,00 €/Monat	-540.238,30 €/Monat	1.226.528,32 €/Monat
01.06.2003	7.533.175,00 €/Monat	8.673.560,00 €/Monat	-585.685,26 €/Monat	1.452.489,32 €/Monat
01.07.2003	7.843.887,00 €/Monat	8.884.948,00 €/Monat	-316.872,14 €/Monat	1.530.646,91 €/Monat
01.08.2003	7.919.246,00 €/Monat	8.878.618,00 €/Monat	-292.145,90 €/Monat	1.746.803,28 €/Monat
01.09.2003	7.950.840,00 €/Monat	9.055.440,00 €/Monat	-99.232,74 €/Monat	1.722.025,32 €/Monat
01.10.2003	8.198.060,00 €/Monat	9.272.055,00 €/Monat	-35.053,26 €/Monat	2.054.836,46 €/Monat
01.11.2003	8.262.418,00 €/Monat	9.452.310,00 €/Monat	43.228,92 €/Monat	2.134.271,94 €/Monat
01.12.2003	8.139.678,00 €/Monat	9.245.258,00 €/Monat	-3.645,14 €/Monat	2.190.345,18 €/Monat
01.01.2004	8.127.156,00 €/Monat	9.344.908,00 €/Monat	-1.533,50 €/Monat	2.194.868,67 €/Monat

Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0,00 €	66.036.831,00 €	92.803.060,00 €	83.240.107,00 €	86.592.312,00 €	92.316.745,00 €
*Umsatz pa	0,00 €	72.295.093,00 €	92.963.617,00 €	100.419.973,00 €	102.560.276,00 €	105.893.280,00 €
Gewinn pa	0,00 €	8.426.282,09 €	1.205.671,13 €	-6.638.890,25 €	-8.759.036,80 €	-4.571.699,06 €
*Gewinn pa	0,00 €	16.457.618,38 €	23.995.554,40 €	24.881.939,20 €	20.297.191,30 €	20.189.249,40 €

Abb. 4.41. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Summe Umsatz/Summe Gewinn

Die Gewinnentwicklung zeigt eine einschneidende Änderung. Während der Simulation ist der *Gewinn* nur zeitweilig positiv. Über weite Strecken tritt ein operativer Verlust ein, der als Extremwert sogar –1,3 Mio. [Euro/Monat] überschreitet. Zum Ende des Simulationszeitraums schwankt er wieder um 0 [Euro/Monat]. Der Jahresüberschuß sinkt erwartungsgemäß. Für Jahr 2001 tritt mit –6,6 Mio. [Euro/Jahr] erstmals ein Jahresverlust auf, der sich in 2002 sogar noch auf –8,7 Mio. [Euro/Jahr] erhöht. Erst im letzten Simulationsjahr wird wieder eine positive Tendenz erkennbar. Für den *Cash-flow* ergibt sich ein ähnlicher Verlauf.

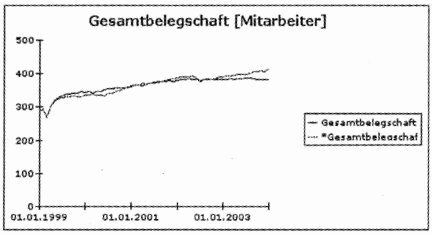


Basisszenario vs. Extrembedrohung: Cash-flow

Zeit	Cash-flow	*Cash-flow
01.04.2003	-666.529,58 €/Monat	1.477.685,36 €/Monat
01.05.2003	-407.333,24 €/Monat	1.231.259,03 €/Monat
01.06.2003	-569.500,68 €/Monat	1.499.040,25 €/Monat
01.07.2003	-150.989,42 €/Monat	1.656.001,74 €/Monat
01.08.2003	-200.449,72 €/Monat	1.807.125,93 €/Monat
01.09.2003	-49.705,31 €/Monat	1.709.544,18 €/Monat
01.10.2003	119.886,60 €/Monat	2.121.075,84 €/Monat
01.11.2003	197.865,90 €/Monat	2.283.064,06 €/Monat
01.12.2003	87.507,12 €/Monat	2.227.625,23 €/Monat
01.01.2004	86.951,29 €/Monat	2.168.041,86 €/Monat

Abb. 4.42. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Cash-flow

Die *Gesamtbelegschaft* wird nur geringfügig beeinflußt und liegt auf dem Niveau des Basisszenarios. Die Ursache liegt erneut in der fehlenden restriktiven Verknüpfung des erzielten Gewinns mit personalbezogenen Größen.

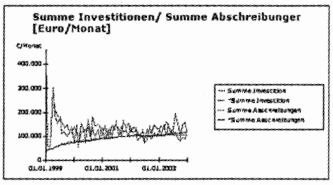


Basisszenario vs. Extrembedrohung: Gesamtbelegschaft

Zeit	Gesamtbelegschaft	*Gesamtbelegschaft
01.03.2003	384.00 Mitarbeiter	393.00 Mitarbeiter
01.04.2003	383.00 Mitarbeiter	396.00 Mitarbeiter
01.05.2003	385.00 Mitarbeiter	398.00 Mitarbeiter
01.06.2003	386.00 Mitarbeiter	399.00 Mitarbeiter
01.07.2003	387.00 Mitarbeiter	399.00 Mitarbeiter
01.08.2003	387.00 Mitarbeiter	401.00 Mitarbeiter
01.09.2003	386.00 Mitarbeiter	407.00 Mitarbeiter
01.10.2003	383.00 Mitarbeiter	407.00 Mitarbeiter
01.11.2003	383.00 Mitarbeiter	408.00 Mitarbeiter
01.12.2003	382.00 Mitarbeiter	405.00 Mitarbeiter
01.01.2004	382.00 Mitarbeiter	416.00 Mitarbeiter

Abb. 4.43. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Gesamtbelegschaft

Die Investitions- und Abschreibungsentwicklungen werden in der folgenden Abbildung gezeigt. Die Gegenüberstellung mit dem Basisszenario weist dabei nur unwesentliche Änderungen auf und bedarf keiner weiteren Diskussion.

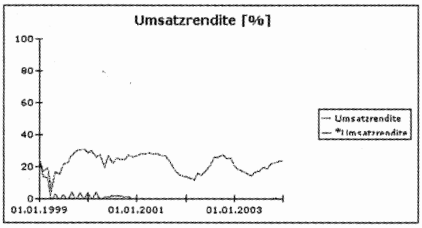


Basisszenario vs. Extrembedrohung: Summe Investitionen / Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Investition	*Summe Investition	Summe Abschreibungen	*Summe Abschreibungen
01.04.2003	109.679,80 €/Monat	161.913,40 €/Monat	105.077,26 €/Monat	108.665,92 €/Monat
01.05.2003	145.123,33 €/Monat	145.123,33 €/Monat	105.016,41 €/Monat	110.354,70 €/Monat
01.06.2003	112.063,03 €/Monat	122.063,03 €/Monat	106.369,45 €/Monat	111.518,69 €/Monat
01.07.2003	119.967,73 €/Monat	131.708,27 €/Monat	106.336,55 €/Monat	111.582,59 €/Monat
01.08.2003	116.150,00 €/Monat	191.900,00 €/Monat	106.535,15 €/Monat	112.341,60 €/Monat
01.09.2003	92.711,97 €/Monat	153.274,06 €/Monat	107.047,39 €/Monat	114.739,59 €/Monat
01.10.2003	78.874,17 €/Monat	99.348,78 €/Monat	106.466,53 €/Monat	115.988,67 €/Monat
01.11.2003	94.060,75 €/Monat	147.498,00 €/Monat	105.525,79 €/Monat	115.277,73 €/Monat
01.12.2003	86.297,89 €/Monat	158.198,22 €/Monat	105.043,48 €/Monat	116.354,94 €/Monat
01.01.2004	114.334,59 €/Monat	113.843,90 €/Monat	104.367,38 €/Monat	118.106,33 €/Monat

Abb. 4.44. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen

Die Analyse dieses extremen Bedrohungsszenarios bedarf einer Untersuchung der Renditekennzahlen, da sie durch die Umsatz- und Gewinnentwicklung maßgeblich beeinflußt werden.

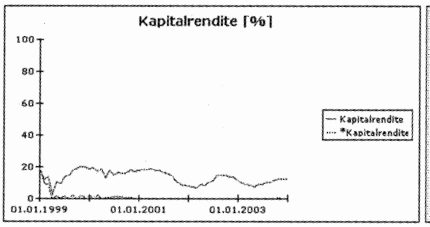


Basisszenario vs. Extrembedrohung: Umsatzrendite

Zeit	Umsatzrendite	*Umsatzrendite
01.04.2003	-9.45 %	16.09 %
01.05.2003	-7.15 %	14.43 %
01.06.2003	-7.77 %	16.75 %
01.07.2003	-4.04 %	17.23 %
01.08.2003	-3.69 %	19.67 %
01.09.2003	-1.25 %	19.02 %
01.10.2003	-0.43 %	22.16 %
01.11.2003	0.52 %	22.58 %
01.12.2003	-0.04 %	23.69 %
01.01.2004	-0.02 %	23.49 %

Abb. 4.45. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Umsatzrendite

Die *Umsatzrendite* liegt zu jedem Zeitpunkt des Simulationszeitraums deutlich unter dem Basisszenario. Dies ist nicht überraschend, da im Verhältnis zur Umsatzentwicklung der Gewinn überproportional stark sinkt und zeitweise negativ wird.



Basisszenario vs. Extrembedrohung: Kapitalrendite

Zeit	Kapitalrendite	*Kapitalrendite
01.03.2003	-3.79 %	9.04 %
01.04.2003	-3.72 %	8.50 %
01.05.2003	-2.90 %	7.48 %
01.06.2003	-3.13 %	8.75 %
01.07.2003	-1.68 %	9.15 %
01.08.2003	-1.55 %	10.41 %
01.09.2003	-0.52 %	10.08 %
01.10.2003	-0.18 %	11.90 %
01.11.2003	0.23 %	12.32 %
01.12.2003	-0.02 %	12.58 %
01.01.2004	-0.01 %	12.44 %

Abb. 4.46. Basisszenario vs. Extrembedrohung: Kapitalrendite

Auch die *Kapitalrendite* ist nahezu über den gesamten Simulationszeitraum negativ. Bei einem Blick auf diese Kennzahl ist das extreme Bedrohungsszenario insbesondere für Kapitalgeber als katastrophal einzuschätzen.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß das extreme Szenario mit der gleichzeitigen Negativwirkung aller drei Einflußgrößen das Modellunternehmen langfristig in seiner Existenz bedroht. Als grundlegende Annahme wurden zwar ausreichende Liquiditätsreserven im Unternehmen unterstellt, die auch trotz anhaltender Verluste das weitere Bestehen gewährleisten.[16] Dennoch steigt der Druck, wieder positive Ergebnisse und Kapitalrenditen zu erwirtschaften. Während der Umsatz geringfügig, aber stetig wächst, tritt bei der relevanten Größe Gewinn keine positive Entwicklung ein. Im Eigeninteresse des Unternehmens und aus Sicht der Teilhaber ist das Management dringend aufgefordert, weiteren Kapitalverzehr zu verhindern. Durch geeignete Entscheidungen und Maßnahmen muß es dieser bedrohlichen Entwicklung begegnen, um damit wieder den finanziellen Erfolg sowie die langfristige Existenzsicherung zu erreichen.

Bis zu dieser Stelle wurden die Möglichkeiten systemdynamischer Unternehmensmodelle zur Unterstützung einer Früherkennung gezeigt. Künftige problematische Entwicklungen können im Rahmen von Szenarioanalysen erfaßt, quantifiziert und in ihren kurz- und langfristigen Konsequenzen untersucht werden. Die drei vorgestellten Bedrohungsszenarien sowie deren Kombination zum Extremszenario stellen beispielhaft dar, wie wenige Umweltänderungen ohne steuernden Eingriff des Managements Unternehmenskrisen verursachen können.

[16] Eine Liquiditätsrestriktion wurde aufgrund der Rahmenannahmen in den Modellgleichungen nicht umgesetzt. Dies kann jedoch in einer späteren Ausbaustufe des Modells ergänzt werden.

5 Simulation strategischer Entscheidungen

5.1 Übersicht Abwehrstrategien

Nach der Erkennung von drohenden Fehlentwicklungen ist es außerordentlich wichtig, die als Reaktion möglichen Entscheidungen und Maßnahmen mit ihren kurz- und langfristigen Auswirkungen vollständig zu untersuchen. Isolierten Einzelentscheidungen, die kurzfristig positive Resultate erzielen, auf Dauer jedoch die Existenz des Unternehmens gefährden, kann vorgebeugt werden, indem deren Effekt auf den langfristigen finanziellen Erfolg ebenfalls durch systemdynamische Simulation erforscht wird.

Neben einer Beurteilung der generellen Eignung untersuchter Entscheidungsalternativen lassen sich mit dem systemdynamischen Modell auch die Größen identifizieren, über die das System signifikant reagiert. Eine nutzlose Einflußnahme auf Größen läßt sich vermeiden, wenn bereits im Rahmen der Simulation festgestellt wird, daß damit keine wesentlichen Verbesserungen des betrieblichen Erfolgs erreicht werden.

Um diese Möglichkeiten beispielhaft zu illustrieren, sollen drei Reaktionen des Managements auf das extreme Bedrohungsszenario hinsichtlich ihrer langfristigen Auswirkung untersucht werden.

- Abwehrstrategieszenario 1: FuE-Personalabbau
- Abwehrstrategieszenario 2: Produktivitätssteigerung in der Produktion
- Abwehrstrategieszenario 3: FuE-Intensivierung

Im ersten Strategieszenario „FuE-Personalabbau“ wird als eine Möglichkeit, den auftretenden negativen finanziellen Entwicklungen zu begegnen, ein Bereich Restriktionen unterworfen, den das Unternehmen durch eigene Entscheidungen wesentlich beeinflußt. Aufgrund von rückläufigen Umsätzen und Gewinnen oder auch zum Zweck eines kurzfristig überproportionalen Ergebniswachstums erfolgt im Forschungs- und Entwicklungsbereich ein Abbau von Personal. Eine notwendige, jedoch nicht vorgenommene Erhöhung des Personals zur Forschung und Entwicklung wird hier in gleicher Weise interpretiert. Diese Maßnahme beeinflußt den aktuellen Markterfolg nicht unmittelbar und ist daher eine denkbare Reaktion von Unternehmen im Fall einer Krise.

F. Schöneborn, *Strategisches Controlling mit System Dynamics*
© Physica-Verlag Heidelberg 2004

Als zweites strategisches Entscheidungsszenario wird eine Verbesserung der Produktivität der Mitarbeiter in der Produktion und eine damit verbundene Verringerung des Materialanteils im Produkt angenommen.[1] Durch den erhöhten Konkurrenzdruck und die gestiegenen Materialpreise wird verstärkt auf Rationalisierung und Effizienzsteigerung in der betrieblichen Wertschöpfung fokussiert, um Kostensenkungspotentiale auszuschöpfen. Damit wird vom Management eine Strategie der Kostenführerschaft in der Produktion verfolgt, um in der Zukunft wieder positive Ergebnisse zu erwirtschaften.[2] Bei der Realisierung der Maßnahmen zur Produktivitätssteigerung sollen im Modell keine Kosten entstehen.[3]

Schließlich wird im dritten Strategieszenario eine Intensivierung der Aktivitäten im FuE-Bereich untersucht. Auf diese Weise soll durch eine Beschleunigung des Fortschritts bei den Entwicklungsaktivitäten der Produktnutzen schneller erhöht werden, um einerseits dem drohenden Preisverfall zu begegnen und parallel Marktanteile zu gewinnen. Durch die damit verbundene Zunahme von Produktinnovationen im zeitlichen Ablauf wird eine Differenzierungsstrategie verfolgt, um sich stärker vom Wettbewerb und dessen Produkten zu unterscheiden.[4]

Für alle drei Entscheidungsszenarien werden erneut alle Größen für den Simulationszeitraum berechnet. Als Vergleichsbasis sollen jetzt die Ergebnisse des extremen Bedrohungsszenarios dienen.

5.2. Abwehrstrategie 1: FuE-Personalabbau

5.2.1 Szenariobeschreibung FuE-Personalabbau

Für die folgenden Untersuchungen werden alle Werte der Modellgrößen aus dem Bedrohungsszenario beibehalten, lediglich die zeitabhängige Größe *FuE-Einstellquote* wird in der Graphik mit einem anderen Verlauf als Ausdruck einer restriktiven Personalpolitik im FuE-Bereich angenommen.

---

[1] Die Ursache liegt beispielsweise in der Verringerung der Ausschußrate. Dieser Sachverhalt wird jedoch nicht detailliert modelliert. Eine systemdynamische Untersuchung der Einflußnahme des Managements auf die Ausschußrate findet sich bei: Schöneborn, F. (1999).

[2] Vgl. Porter M.E. (1990, S.63-65), Porter M.E. (1992, S.32-34).

[3] Es wird angenommen, daß diese Kosten für das Gesamtergebnis nicht relevant sind. Ein entsprechender Ausbau des Modell ist an dieser Stelle denkbar.

[4] Vgl. Porter M.E. (1990, S.65-66), Porter M.E. (1992, S.34-35).

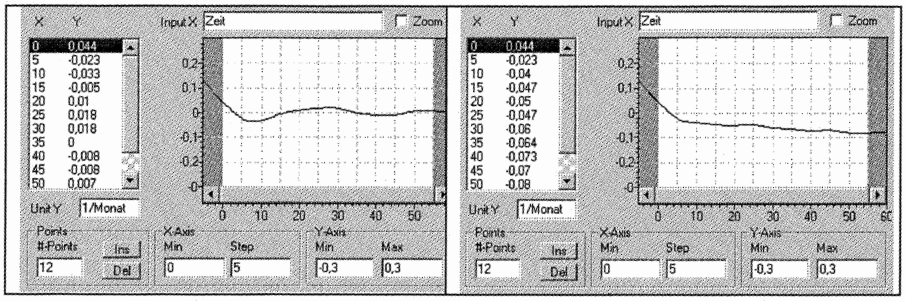


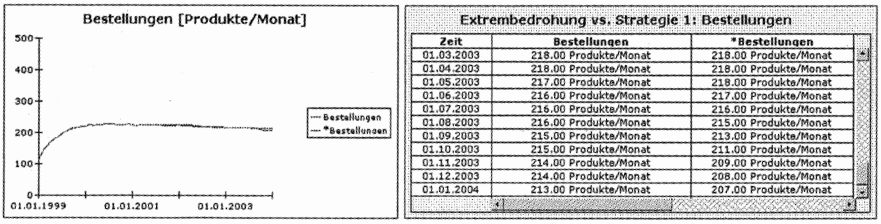
Abb. 5.1. Extrembedrohung vs. Strategie 1: FuE-Einstellquote (Y) in Abh. der Zeit (X)

Im Bedrohungsszenario schwankt die Größe *FuE-Einstellquote* um 0 [1/Monat]. Für das erste Entscheidungsszenario wird angenommen, daß der Wert bereits nach 8 Perioden kleiner als 0 [1/Monat] ist und sich im Simulationszeitraum weiter verringert. Dies ist Ausdruck eines fortwährenden und sich noch verstärkenden Personalabbaus im FuE-Bereich.

5.2.2 Simulationsergebnis und Diskussion

Im Bedrohungsszenario entwickelt sich der Personalbestand im FuE-Bereich zwischen 84 und 107 [Mitarbeiter] und stabilisiert sich schließlich bei 95 [Mitarbeiter]. Da die Größe *FuE-Einstellquote* sehr schnell negativ wird und dies auch bis zum Ende des Simulationszeitraums bleibt, resultiert in diesem Fall ein Personalabbau bis auf 12 [Mitarbeiter].[5]

Um für dieses Szenario die kurz- und langfristigen monetären Auswirkungen zu untersuchen, erfolgt ein Vergleich des Bedrohungsszenarios mit den sich jetzt ergebenden Simulationsergebnissen. Für die Betrachtung der Marktseite werden die Größen *Bestellungen* und *Marktanteil* herangezogen.

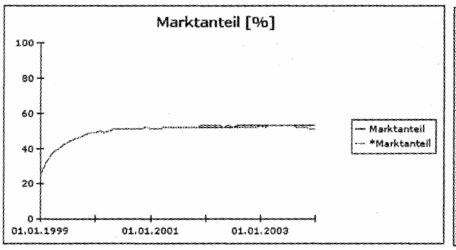


Zeit	Bestellungen	*Bestellungen
01.03.2003	218.00 Produkte/Monat	218.00 Produkte/Monat
01.04.2003	218.00 Produkte/Monat	218.00 Produkte/Monat
01.05.2003	217.00 Produkte/Monat	218.00 Produkte/Monat
01.06.2003	216.00 Produkte/Monat	217.00 Produkte/Monat
01.07.2003	216.00 Produkte/Monat	216.00 Produkte/Monat
01.08.2003	216.00 Produkte/Monat	215.00 Produkte/Monat
01.09.2003	215.00 Produkte/Monat	213.00 Produkte/Monat
01.10.2003	215.00 Produkte/Monat	211.00 Produkte/Monat
01.11.2003	214.00 Produkte/Monat	209.00 Produkte/Monat
01.12.2003	214.00 Produkte/Monat	208.00 Produkte/Monat
01.01.2004	213.00 Produkte/Monat	207.00 Produkte/Monat

Abb. 5.2. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Bestellungen

[5] Im Anhang 3 wird für das Basisszenario gezeigt, in welcher Detaillierung Untersuchungen einzelner Größen des Modells möglich sind. Alle Grafiken sind auch zur Analyse der strategischen Entscheidungsszenarien verfügbar.

Die Entwicklung der eingehenden Bestellungen ist nahezu identisch mit der des Bedrohungsszenarios. Dies ist wenig überraschend, da die FuE-Aktivitäten nicht direkt auf die Zahl der Bestellungen wirken. Auch zeigt die Analyse des *Marktanteils* aufgrund unveränderter Marktnachfrage keine nennenswerte Änderung gegenüber dem Bedrohungsszenario.

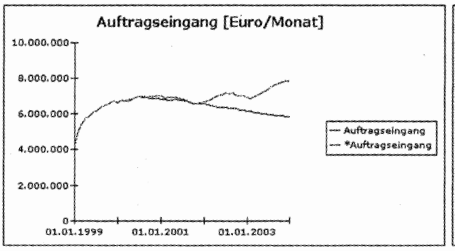


Extrembedrohung vs. Strategie 1: Marktanteil

Zeit	Marktanteil	*Marktanteil
01.04.2003	53,00 %	53,00 %
01.05.2003	53,00 %	53,00 %
01.06.2003	53,00 %	53,00 %
01.07.2003	53,00 %	53,00 %
01.08.2003	53,00 %	53,00 %
01.09.2003	53,00 %	52,00 %
01.10.2003	53,00 %	52,00 %
01.11.2003	53,00 %	52,00 %
01.12.2003	53,00 %	51,00 %
01.01.2004	53,00 %	51,00 %

Abb. 5.3. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Marktanteil

Die FuE-Aktivitäten des Modellunternehmens haben jedoch einen Einfluß auf den *Produktnutzen* und damit langfristig auch auf den durchsetzbaren *Produktpreis*. Mit diesem werden die eingehenden *Bestellungen* in der Größe *Auftragseingang* monetär bewertet.



Extrembedrohung vs. Strategie 1: Auftragseingang

Zeit	Auftragseingang	*Auftragseingang
01.04.2003	6.068.902,00 €/Monat	7.060.802,00 €/Monat
01.05.2003	6.029.779,00 €/Monat	7.202.066,00 €/Monat
01.06.2003	5.991.624,00 €/Monat	7.310.513,00 €/Monat
01.07.2003	5.981.904,00 €/Monat	7.418.304,00 €/Monat
01.08.2003	5.972.400,00 €/Monat	7.600.250,00 €/Monat
01.09.2003	5.935.290,00 €/Monat	7.669.278,00 €/Monat
01.10.2003	5.925.830,00 €/Monat	7.735.682,00 €/Monat
01.11.2003	5.888.852,00 €/Monat	7.799.462,00 €/Monat
01.12.2003	5.879.650,00 €/Monat	7.826.000,00 €/Monat
01.01.2004	5.842.803,00 €/Monat	7.851.717,00 €/Monat

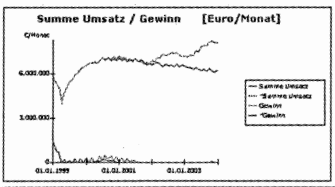
Abb. 5.4. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Auftragseingang

Es ist in der zweiten Hälfte des Simulationszeitraums ein deutlicher Unterschied in der Entwicklung erkennbar. Der *Auftragseingang* ist gegenüber dem Wert des Bedrohungsszenarios zunehmend rückläufig. Aufgrund der nahezu unveränderten Bestelleingänge muß der *Produktpreis* näher untersucht werden.

Durch eine Verringerung des FuE-Personals steigt der *Produktnutzen* im Vergleich zum Basisszenario deutlich langsamer, wodurch im Modell die Größen *Preiserhöhung* und *Produktpreis* ebenfalls weniger stark wachsen.

Somit überwiegt die Negativwirkung der Größe *Preisverfall* bei der Preisbestimmung und führt zu einem fallenden *Produktpreis*.[6]

Der *Umsatz* ist gleichermaßen von dem veränderten *Produktpreis* betroffen. Der Jahresumsatz fällt in den letzten drei Simulationsjahren kontinuierlich und liegt für das Jahr 2003 mit 75,7 Mio. [Euro/Jahr] 18% unter dem Wert des Bedrohungsszenarios. Von besonderem Interesse ist jedoch in diesem Szenario, in welchem Ausmaß sich die geringeren *Personalkosten* im FuE-Bereich positiv auf den *Gewinn* auswirken und den Effekt des niedrigeren *Umsatzes* kompensieren.



Extrembedrohung vs. Strategie 1: Umsatz und Gewinn

Zeit	Summe Umsatz	*Summe Umsatz	Gewinn	*Gewinn
01.03.2003	6.426.435.00 €/Monat	7.289.041.00 €/Monat	-367.023.36 €/Monat	-693.308.70 €/Monat
01.04.2003	6.305.945.00 €/Monat	7.257.097.00 €/Monat	-524.460.30 €/Monat	-686.075.26 €/Monat
01.05.2003	6.436.671.00 €/Monat	7.560.171.00 €/Monat	-422.571.53 €/Monat	-540.238.30 €/Monat
01.06.2003	6.289.625.00 €/Monat	7.533.175.00 €/Monat	-600.248.40 €/Monat	-585.685.26 €/Monat
01.07.2003	6.226.828.00 €/Monat	7.843.887.00 €/Monat	-505.508.48 €/Monat	-316.872.14 €/Monat
01.08.2003	6.302.246.00 €/Monat	7.919.246.00 €/Monat	-617.459.42 €/Monat	-292.145.90 €/Monat
01.09.2003	6.211.537.00 €/Monat	7.950.840.00 €/Monat	-524.951.44 €/Monat	-99.232.74 €/Monat
01.10.2003	6.341.782.00 €/Monat	8.198.060.00 €/Monat	-641.153.01 €/Monat	-35.053.26 €/Monat
01.11.2003	6.196.200.00 €/Monat	8.262.418.00 €/Monat	-598.744.91 €/Monat	43.228.92 €/Monat
01.12.2003	6.106.303.00 €/Monat	8.139.678.00 €/Monat	-735.689.76 €/Monat	-3.645.14 €/Monat
01.01.2004	6.235.804.00 €/Monat	8.127.156.00 €/Monat	-619.446.28 €/Monat	-1.533.50 €/Monat

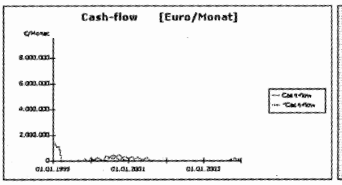
Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0.00 €	66.036.831.00 €	82.347.010.00 €	82.574.305.00 €	79.359.356.00 €	75.760.872.00 €
*Umsatz pa	0.00 €	66.036.831.00 €	82.803.060.00 €	83.240.107.00 €	86.592.312.00 €	92.916.745.00 €
Gewinn pa	0.00 €	3.428.282.09 €	2.733.806.31 €	-302.003.26 €	-4.875.575.01 €	-6.234.678.77 €
*Gewinn pa	0.00 €	3.428.282.09 €	1.205.671.13 €	-6.638.890.25 €	-8.759.036.80 €	-4.571.699.06 €

Abb. 5.5. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Summe Umsatz/Summe Gewinn

Die Gewinnentwicklung zeigt verglichen mit dem Bedrohungsszenario einen veränderten Verlauf. Nach etwa der Hälfte des Simulationszeitraums übersteigt er für mehrere Perioden deutlich den *Gewinn* im Bedrohungsszenario. Zum Ende der Simulation fällt er jedoch darunter. Es wird in der Grafik deutlich, daß die niedrigeren Personalkosten bei gleicher Produktionsmenge den Effekt des fallenden *Produktpreises* zeitweilig kompensieren und der *Gewinn* auf diese Weise positiv beeinflußt wird. Er liegt in den Jahren 2000 bis 2002 erheblich über den Werten des extremen Bedrohungsszenarios. Im Jahr 2001 ist er sogar um einen Betrag von 6,3 Mio. [Euro/Jahr] besser, da nur ein sehr geringer Verlust erwirtschaftet wird. Zum Ende der Simulation entwickeln sich *Umsatz* und *Gewinn* jedoch entscheidend negativ. Im Jahr 2003 ist der Verlust um 1,7 Mio. [Euro/Jahr] höher als der des extremen Bedrohungsszenarios. Damit ergibt sich zum Ende der Simulation aus finanzieller Sicht eine äußerst kritische Situation.

Auch für den *Cash-flow* stellt sich ein FuE-Personalabbau vorübergehend vorteilhaft dar.

[6] Im Anhang 3 wird für das Basisszenario gezeigt, in welcher Detaillierung Untersuchungen einzelner Größen des Modells möglich sind. Alle Grafiken sind auch zur Analyse der strategischen Entscheidungsszenarien verfügbar. Dies gilt auch für die Entwicklung des Produktpreises.

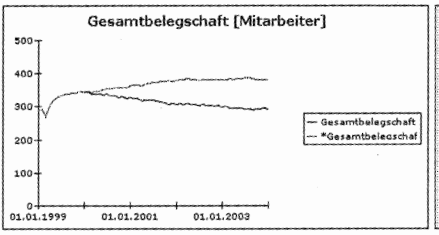


Extrembedrohung vs. Strategie 1: Cash-flow

Zeit	Cash-flow	*Cash-flow
01.03.2003	-275.577,96 €/Monat	-598.815,72 €/Monat
01.04.2003	-529.538,64 €/Monat	-666.529,58 €/Monat
01.05.2003	-313.889,83 €/Monat	-407.333,24 €/Monat
01.06.2003	-550.556,20 €/Monat	-529.500,68 €/Monat
01.07.2003	-511.763,30 €/Monat	-150.989,42 €/Monat
01.08.2003	-552.556,33 €/Monat	-200.449,72 €/Monat
01.09.2003	-535.384,02 €/Monat	-49.705,31 €/Monat
01.10.2003	-505.229,18 €/Monat	119.886,60 €/Monat
01.11.2003	-558.130,37 €/Monat	197.865,80 €/Monat
01.12.2003	-739.898,71 €/Monat	87.507,12 €/Monat
01.01.2004	-511.193,88 €/Monat	86.951,29 €/Monat

Abb. 5.6. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Cash-flow

Der in diesem Szenario angenommene Abbau von Personal im FuE-Bereich ist von maßgeblicher Bedeutung für die Entwicklung der *Gesamtbelegschaft*.



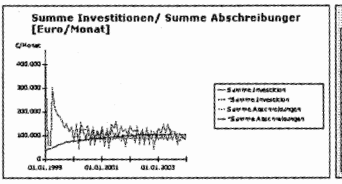
Extrembedrohung vs. Strategie 1: Gesamtbelegschaft

Zeit	Gesamtbelegschaft	*Gesamtbelegschaft
01.03.2003	296.00 Mitarbeiter	384.00 Mitarbeiter
01.04.2003	296.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.05.2003	295.00 Mitarbeiter	385.00 Mitarbeiter
01.06.2003	296.00 Mitarbeiter	386.00 Mitarbeiter
01.07.2003	294.00 Mitarbeiter	387.00 Mitarbeiter
01.08.2003	294.00 Mitarbeiter	387.00 Mitarbeiter
01.09.2003	291.00 Mitarbeiter	386.00 Mitarbeiter
01.10.2003	294.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.11.2003	294.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.12.2003	295.00 Mitarbeiter	382.00 Mitarbeiter
01.01.2004	294.00 Mitarbeiter	382.00 Mitarbeiter

Abb. 5.7. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Gesamtbelegschaft

Es erfolgt ein signifikanter Rückgang der Personalzahl. Dieser resultiert nahezu ausschließlich aus den Maßnahmen im FuE-Bereich. Hier sinkt die Zahl von 100 [Mitarbeiter] zu Beginn auf nur noch 12 [Mitarbeiter].

Die Investitions- und Abschreibungsentwicklungen zeigt die folgende Abbildung.

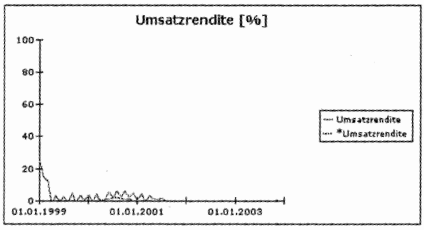


Extrembedrohung vs. Strategie 1: Summe Investitionen / Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Investition	*Summe Investition	Summe Abschreibungen	*Summe Abschreibungen
01.03.2003	86.640,00 €/Monat	143.250,00 €/Monat	90.624,88 €/Monat	103.737,49 €/Monat
01.04.2003	99.467,20 €/Monat	109.679,80 €/Monat	90.755,04 €/Monat	105.077,26 €/Monat
01.05.2003	82.669,07 €/Monat	145.123,33 €/Monat	90.808,72 €/Monat	105.016,41 €/Monat
01.06.2003	120.310,20 €/Monat	112.063,03 €/Monat	90.404,32 €/Monat	106.369,45 €/Monat
01.07.2003	84.113,60 €/Monat	119.967,73 €/Monat	91.482,34 €/Monat	106.336,55 €/Monat
01.08.2003	110.400,00 €/Monat	116.150,00 €/Monat	91.096,08 €/Monat	106.535,16 €/Monat
01.09.2003	65.374,72 €/Monat	92.711,97 €/Monat	91.876,09 €/Monat	107.047,99 €/Monat
01.10.2003	109.348,78 €/Monat	78.874,17 €/Monat	90.954,57 €/Monat	106.466,53 €/Monat
01.11.2003	94.998,67 €/Monat	94.060,75 €/Monat	91.290,00 €/Monat	105.525,79 €/Monat
01.12.2003	93.598,00 €/Monat	86.297,89 €/Monat	91.644,14 €/Monat	105.043,48 €/Monat
01.01.2004	81.223,06 €/Monat	114.334,59 €/Monat	91.519,28 €/Monat	104.367,38 €/Monat

Abb. 5.8. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen

Die Gegenüberstellung weist nur unwesentliche Änderungen auf und bedarf keiner weiteren Diskussion. Im Gegensatz dazu erfordert die Szenarioanalyse „FuE-Personalabbau“ die Untersuchung der Renditekennzahlen, da sie durch die bereits diskutierte Umsatz- und Gewinnentwicklung maßgeblich bestimmt werden.

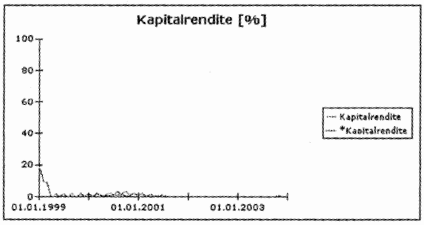


Extrembedrohung vs. Strategie 1: Umsatzrendite

Zeit	Umsatzrendite	*Umsatzrendite
01.03.2003	-5.71 %	-9.51 %
01.04.2003	-8.32 %	-9.45 %
01.05.2003	-6.57 %	-7.15 %
01.06.2003	-9.54 %	-7.77 %
01.07.2003	-8.12 %	-4.04 %
01.08.2003	-9.80 %	-3.69 %
01.09.2003	-8.45 %	-1.25 %
01.10.2003	-10.11 %	-0.43 %
01.11.2003	-9.66 %	0.52 %
01.12.2003	-12.05 %	-0.04 %
01.01.2004	-9.93 %	-0.02 %

Abb. 5.9. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Umsatzrendite

Die *Umsatzrendite* liegt zeitweilig über der des Bedrohungsszenarios. Bei isoliertem Blick auf diese Kennzahl erscheint die Strategie ebenfalls vorteilhaft.



Extrembedrohung vs. Strategie 1: Kapitalrendite

Zeit	Kapitalrendite	*Kapitalrendite
01.03.2003	-2.08 %	-3.79 %
01.04.2003	-2.95 %	-3.72 %
01.05.2003	-2.36 %	-2.90 %
01.06.2003	-3.34 %	-3.13 %
01.07.2003	-2.79 %	-1.68 %
01.08.2003	-3.38 %	-1.55 %
01.09.2003	-2.86 %	-0.52 %
01.10.2003	-3.47 %	-0.18 %
01.11.2003	-3.23 %	0.23 %
01.12.2003	-3.94 %	-0.02 %
01.01.2004	-3.29 %	-0.01 %

Abb. 5.10. Extrembedrohung vs. Strategie 1: Kapitalrendite

Auch die *Kapitalrendite* steigt aufgrund der vorübergehend besseren Gewinnentwicklung über das Niveau des Bedrohungsszenarios. Zum Ende der Simulation ist sie deutlich negativ.

Grundsätzlich ist für das Entscheidungsszenario „FuE-Personalabbau" festzustellen, daß die erzielten Resultate im Vergleich zum Bedrohungsszenario nicht sofort negativ erscheinen. Die Gewinnentwicklung sowie die betrachteten Kennzahlen zeigen zeitweilig bessere Werte. Zum Ende der Simulation ist jedoch eine starke negative Tendenz zu erkennen. Es ist offensichtlich, daß die im Szenario verfolgte Strategie des Abbaus von FuE-Personal kurzfristig den Gewinn und damit einhergehend die Renditekennzahlen verbessert, langfristig jedoch äußerst gefährlich ist. Der Preisverfall wird immer stärker und die Möglichkeiten, weiter Personal abzubauen, sind begrenzt. Zum Ende der Simulation sind nur noch wenige Mitarbeiter im FuE-Bereich beschäftigt. Deren Abbau wird kaum noch zu Gewinnsteigerungen führen und auf diese Weise den Umsatzausfall nicht mehr kompensieren können. Es werden zunehmend Verluste erwirtschaftet und der Umsatz fällt ebenfalls. Sofern ausreichende finanzielle Reserven vorhanden sind, besteht für das Management noch die Möglichkeit, nach Erkennen der Ursachen dieser Fehlentwicklung erneut FuE-Personal einzustellen und damit das Unternehmen langfristig wieder profitabel arbeiten zu lassen.

Dies dürfte jedoch angesichts dieser angespannten Situation in der Realität schwierig durchzusetzen sein.[7] Von einer Maßnahme zur langfristigen Existenzerhaltung läßt sich beim FuE-Personalabbau nicht sprechen. Lediglich kurzfristige Ergebnisverbesserungen werden erzielt, langfristig ist die Situation äußerst kritisch einzuschätzen.

Letztlich ist das erste strategische Abwehrszenario „FuE-Personalabbau" ein einfaches, aber realistisches Beispiel für eine mögliche Unternehmenspolitik, die kurzfristige Ergebnisverbesserungen und damit einhergehende Erfolgsmeldungen favorisiert und die langfristige Entwicklung, wissentlich oder unwissentlich, einschneidend gefährdet. Nach der Erkennung von Fehlentwicklungen ist es außerordentlich wichtig, die möglichen Entscheidungen und Maßnahmen mit ihren kurz- und langfristigen Auswirkungen vollständig zu untersuchen. Isolierten Einzelentscheidungen, die kurzfristig positive Resultate erzielen, auf Dauer jedoch die Existenz des Unternehmens gefährden, kann vorgebeugt werden, indem ihre Auswirkungen auf den langfristigen finanziellen Erfolg durch Simulation von systemdynamischen Modellen erforscht werden.

5.3 Abwehrstrategie 2: Produktivitätssteigerung in der Produktion

5.3.1 Szenariobeschreibung Produktivitätssteigerung

Es werden erneut alle Werte der Modellgrößen aus dem Bedrohungsszenario beibehalten, lediglich die Größen *Kapazität F-personal*, *Kapazität M-personal* und *Materialanteil* werden jetzt nicht mehr als Konstante, sondern als zeitabhängige Größen modelliert.

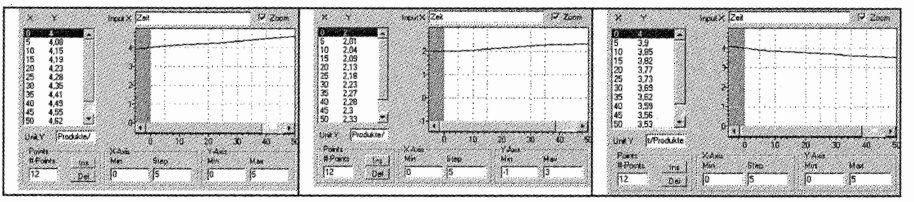


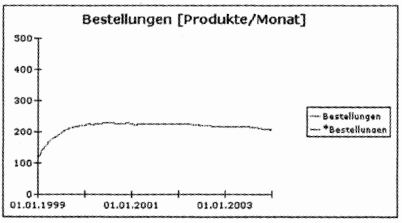
Abb. 5.11. Strategie 2: Kapazität F-personal (Y), Kapazität M-personal (Y), Materialanteil (Y) in Abh. der Zeit (X)

[7] Eher könnten in der Realität weitere Maßnahmen zur Kostenreduktion folgen, um Verluste zu begrenzen. Denkbar ist beispielsweise ein Abbau von Servicepersonal. Die Auswirkung ist einfach vorzustellen und könnte erneut mit dem vorliegenden Modell simuliert werden.

Der Wert der Größe *Kapazität F-personal* beträgt zu Beginn der Simulation weiterhin 4 [Produkte/Mitarbeiter/Monat], steigt dann im zeitlichen Verlauf bis auf einen Wert von 4,68 [Produkte/Mitarbeiter/Monat]. Dies entspricht einer Produktivitätssteigerung von 17% über den gesamten Simulationszeitraum. Durch die Verwendung der GRAPH-Funktion wurde dem realitätsnahen Sachverhalt Rechnung getragen, daß Produktivitätsfortschritte nur allmählich und nicht schlagartig erreicht werden können.[8] In gleicher Weise wurde die Größe *Kapazität M-personal* im Modell verändert. Ihr Wert wird von 2 [Produkte/Mitarbeiter/Monat] um 18% auf 2,36 [Produkte/Mitarbeiter/Monat] gesteigert. Schließlich kann durch eine Verringerung der Ausschußquote als Ausdruck höherer Mitarbeiterproduktivität der im Produkt enthaltene Materialanteil von 4 [t/Produkte] um 15 % auf 3,5 [t/Produkte] reduziert werden.

5.3.2 Simulationsergebnis und Diskussion

Um für dieses Szenario und die darin verfolgte Strategie einer Produktivitätssteigerung im Produktionsbereich die kurz- und langfristigen monetären Auswirkungen zu untersuchen, erfolgt auch hier ein Vergleich der Simulationsergebnisse des Bedrohungsszenarios mit den sich jetzt ergebenden. Für die Betrachtung der Marktseite bilden die Größen *Bestellungen* und *Marktanteil* die Grundlage zur Beurteilung.



Extrembedrohung vs. Strategie 2: Bestellungen

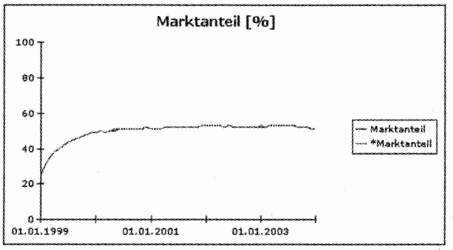
Zeit	Bestellungen	*Bestellungen
01.03.2003	218.00 Produkte/Monat	218.00 Produkte/Monat
01.04.2003	218.00 Produkte/Monat	218.00 Produkte/Monat
01.05.2003	218.00 Produkte/Monat	218.00 Produkte/Monat
01.06.2003	217.00 Produkte/Monat	217.00 Produkte/Monat
01.07.2003	216.00 Produkte/Monat	216.00 Produkte/Monat
01.08.2003	215.00 Produkte/Monat	215.00 Produkte/Monat
01.09.2003	213.00 Produkte/Monat	213.00 Produkte/Monat
01.10.2003	211.00 Produkte/Monat	211.00 Produkte/Monat
01.11.2003	209.00 Produkte/Monat	209.00 Produkte/Monat
01.12.2003	208.00 Produkte/Monat	208.00 Produkte/Monat
01.01.2004	206.00 Produkte/Monat	207.00 Produkte/Monat

Abb. 5.12. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Bestellungen

Die Entwicklung der eingehenden Bestellungen ist nahezu identisch mit der des Bedrohungsszenarios. Dies ist wenig überraschend, da die Aktivitäten im Produktionsbereich primär auf eine Kostenreduzierung zielen. Gleiches gilt für die Entwicklung des Marktanteils.

---

[8] Das bekannte Konzept der Erfahrungskurve und die daraus resultierenden Effekte können in ähnlicher Art und Weise im Modell umgesetzt werden. Für das vorliegende Modellunternehmen sollen Erfahrungskurveneffekte jedoch ausgeschlossen werden. Bei Schneevoigt wurden in einer systemdynamischen Untersuchung von Produktlebenszyklen die Lernkurveneffekte isoliert über sinkende Stückkosten erreicht: vgl. Schneevoigt, J. (1992, S.81).

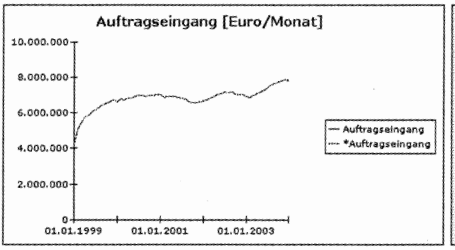


Extrembedrohung vs. Strategie 2: Marktanteil

Zeit	Marktanteil	*Marktanteil
01.04.2003	53,00 %	53,00 %
01.05.2003	53,00 %	53,00 %
01.06.2003	53,00 %	53,00 %
01.07.2003	53,00 %	53,00 %
01.08.2003	53,00 %	53,00 %
01.09.2003	52,00 %	52,00 %
01.10.2003	52,00 %	52,00 %
01.11.2003	52,00 %	52,00 %
01.12.2003	51,00 %	51,00 %
01.01.2004	51,00 %	51,00 %

Abb. 5.13. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Marktanteil

Da in diesem Szenario keine Wirkung auf den Preis auftritt, erfolgt auch bei der Größe *Auftragseingang* keine Änderung.

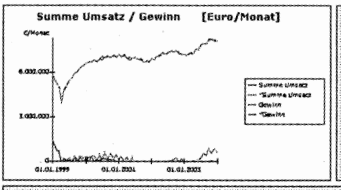


Extrembedrohung vs. Strategie 2: Auftragseingang

Zeit	Auftragseingang	*Auftragseingang
01.04.2003	7.060.802,00 €/Monat	7.060.802,00 €/Monat
01.05.2003	7.202.066,00 €/Monat	7.202.066,00 €/Monat
01.06.2003	7.310.513,00 €/Monat	7.310.513,00 €/Monat
01.07.2003	7.418.304,00 €/Monat	7.418.304,00 €/Monat
01.08.2003	7.600.250,00 €/Monat	7.600.250,00 €/Monat
01.09.2003	7.669.278,00 €/Monat	7.669.278,00 €/Monat
01.10.2003	7.735.682,00 €/Monat	7.735.682,00 €/Monat
01.11.2003	7.799.462,00 €/Monat	7.799.462,00 €/Monat
01.12.2003	7.826.000,00 €/Monat	7.826.000,00 €/Monat
01.01.2004	7.813.786,00 €/Monat	7.851.717,00 €/Monat

Abb. 5.14. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Auftragseingang

Erwartungsgemäß bleibt der *Umsatz* ebenfalls unverändert. Von besonderem Interesse ist in diesem Szenario, in welchem Ausmaß sich die Kostenreduktionen aufgrund erhöhter Produktivität in der Produktion positiv auf den *Gewinn* auswirken.



Extrembedrohung vs. Strategie 2: Umsatz und Gewinn

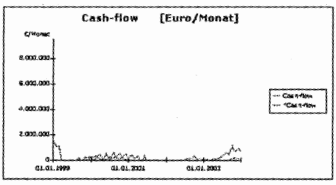
Zeit	Summe Umsatz	*Summe Umsatz	Gewinn	*Gewinn
01.03.2003	7.321.237,00 €/Monat	7.289.041,00 €/Monat	-222.800,92 €/Monat	-693.308,70 €/Monat
01.04.2003	7.257.097,00 €/Monat	7.257.097,00 €/Monat	75.998,11 €/Monat	-686.075,26 €/Monat
01.05.2003	7.360.272,00 €/Monat	7.360.171,00 €/Monat	-62.733,82 €/Monat	-540.238,30 €/Monat
01.06.2003	7.533.276,00 €/Monat	7.533.175,00 €/Monat	195.113,44 €/Monat	-385.695,26 €/Monat
01.07.2003	7.843.887,00 €/Monat	7.843.887,00 €/Monat	183.145,10 €/Monat	-316.872,14 €/Monat
01.08.2003	7.919.347,00 €/Monat	7.919.246,00 €/Monat	521.008,97 €/Monat	-292.145,90 €/Monat
01.09.2003	7.950.840,00 €/Monat	7.950.840,00 €/Monat	406.201,55 €/Monat	-99.232,74 €/Monat
01.10.2003	8.234.822,00 €/Monat	8.198.060,00 €/Monat	915.106,43 €/Monat	-35.053,26 €/Monat
01.11.2003	9.225.200,00 €/Monat	9.262.416,00 €/Monat	526.286,49 €/Monat	43.228,92 €/Monat
01.12.2003	8.177.303,00 €/Monat	8.139.678,00 €/Monat	832.050,66 €/Monat	-3.645,14 €/Monat
01.01.2004	8.089.325,00 €/Monat	8.127.156,00 €/Monat	598.548,07 €/Monat	-1.533,50 €/Monat

Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0,00 €	66.069.917,00 €	82.619.455,00 €	93.171.349,00 €	86.715.963,00 €	92.386.514,00 €
*Umsatz pa	0,00 €	66.036.831,00 €	82.803.060,00 €	83.240.107,00 €	86.592.312,00 €	92.316.745,00 €
Gewinn pa	0,00 €	4.286.662,65 €	3.720.536,82 €	-1.903.695,25 €	-2.126.723,74 €	3.291.928,91 €
*Gewinn pa	0,00 €	3.426.282,09 €	1.205.671,13 €	-6.638.890,25 €	-8.759.036,80 €	-4.571.699,06 €

Abb. 5.15. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Summe Umsatz/Summe Gewinn

Das Periodenergebnis übersteigt nach etwa der Hälfte des Simulationszeitraums den des Bedrohungsszenarios deutlich. Am Ende erwirtschaftet das Unternehmen wieder einen operativen Gewinn. Als maximaler Verlust ergeben sich nur

–2,1 Mio. [Euro/Jahr.] Im Jahr 2003 beläuft sich der *Gewinn* auf 3,3 Mio. [Euro/Jahr]. Es wird deutlich, in welchem Umfang sich die niedrigeren Produktionskosten bei gleicher Produktionsmenge auf den *Gewinn* auswirken. Damit ergibt sich zum Ende der Simulation aus finanzieller Sicht eine stabile und unkritische Situation. Für den *Cash-flow* ergibt sich erwartungsgemäß ein ähnliches Bild.

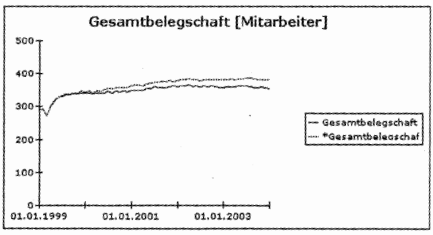


Extrembedrohung vs. Strategie 2: Cash-flow

Zeit	Cash-flow	*Cash-flow
01.03.2003	-113.077,79 €/Monat	-598.815,72 €/Monat
01.04.2003	102.060,99 €/Monat	-666.529,58 €/Monat
01.05.2003	62.542,11 €/Monat	-407.333,24 €/Monat
01.06.2003	218.662,81 €/Monat	-569.500,68 €/Monat
01.07.2003	337.326,97 €/Monat	-150.889,42 €/Monat
01.08.2003	609.887,19 €/Monat	-200.449,72 €/Monat
01.09.2003	458.857,51 €/Monat	-49.705,31 €/Monat
01.10.2003	1.076.900,54 €/Monat	119.886,60 €/Monat
01.11.2003	651.717,15 €/Monat	197.865,80 €/Monat
01.12.2003	938.732,49 €/Monat	87.507,12 €/Monat
01.01.2004	666.592,80 €/Monat	86.951,29 €/Monat

Abb. 5.16. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Cash-flow

Die angenommene Produktivitätssteigerung ist von Bedeutung für die Entwicklung der *Gesamtbelegschaft*, da sich ein veränderter Bedarf an Produktionspersonal ergibt.

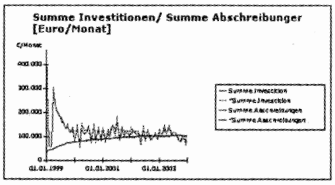


Extrembedrohung vs. Strategie 2: Gesamtbelegschaft

Zeit	Gesamtbelegschaft	*Gesamtbelegschaft
01.03.2003	361.00 Mitarbeiter	384.00 Mitarbeiter
01.04.2003	361.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.05.2003	362.00 Mitarbeiter	385.00 Mitarbeiter
01.06.2003	363.00 Mitarbeiter	386.00 Mitarbeiter
01.07.2003	362.00 Mitarbeiter	387.00 Mitarbeiter
01.08.2003	361.00 Mitarbeiter	387.00 Mitarbeiter
01.09.2003	359.00 Mitarbeiter	386.00 Mitarbeiter
01.10.2003	357.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.11.2003	360.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.12.2003	357.00 Mitarbeiter	382.00 Mitarbeiter
01.01.2004	355.00 Mitarbeiter	382.00 Mitarbeiter

Abb. 5.17. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Gesamtbelegschaft

Es erfolgt ein deutlich schwächeres Wachstum der Personalzahl. Dies resultiert aus der erhöhten Mitarbeiterproduktivität und dem geringeren Personalbedarf in der Produktion. Entsprechend ergeben sich niedrigere Personalkosten, die neben dem geringeren Materialaufwand die Gewinnentwicklung ebenso positiv beeinflussen. Die Gegenüberstellung der Investitions- und Abschreibungsentwicklungen weist erneut nur unwesentliche Änderungen auf.

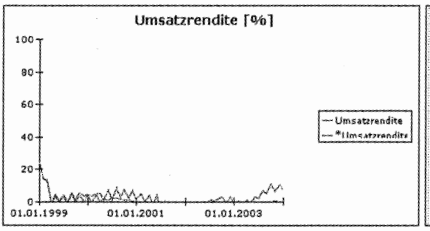


Extrembedrohung vs. Strategie 2: Summe Investitionen / Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Investition	*Summe Investition	Summe Abschreibungen	*Summe Abschreibungen
01.03.2003	129.930,00 €/Monat	143.250,00 €/Monat	100.242,45 €/Monat	103.737,49 €/Monat
01.04.2003	109.679,80 €/Monat	109.679,80 €/Monat	101.308,12 €/Monat	105.077,26 €/Monat
01.05.2003	134.908,53 €/Monat	145.123,33 €/Monat	101.352,22 €/Monat	105.016,41 €/Monat
01.06.2003	108.712,47 €/Monat	112.063,03 €/Monat	102.522,29 €/Monat	106.369,45 €/Monat
01.07.2003	103.670,40 €/Monat	119.967,73 €/Monat	102.503,47 €/Monat	106.336,55 €/Monat
01.08.2003	106.700,00 €/Monat	116.150,00 €/Monat	102.354,20 €/Monat	106.535,16 €/Monat
01.09.2003	83.599,56 €/Monat	92.711,97 €/Monat	102.721,22 €/Monat	107.047,99 €/Monat
01.10.2003	81.739,11 €/Monat	78.874,17 €/Monat	102.004,99 €/Monat	106.466,83 €/Monat
01.11.2003	105.310,42 €/Monat	94.060,75 €/Monat	101.269,52 €/Monat	105.525,79 €/Monat
01.12.2003	70.098,56 €/Monat	86.297,89 €/Monat	101.217,52 €/Monat	105.043,48 €/Monat
01.01.2004	88.810,42 €/Monat	114.334,59 €/Monat	100.197,77 €/Monat	104.367,38 €/Monat

Abb. 5.18. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen

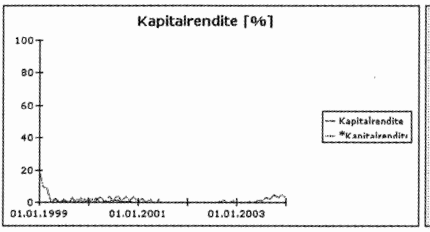
Die Untersuchung der Renditekennzahlen ist gleichfalls von Bedeutung. Die *Umsatzrendite* liegt wie die *Kapitalrendite* aufgrund des steigenden Gewinns über der des Bedrohungsszenarios.



Extrembedrohung vs. Strategie 2: Umsatzrendite

Zeit	Umsatzrendite	*Umsatzrendite
01.04.2003	1.05 %	-9.45 %
01.05.2003	-0.83 %	-7.15 %
01.06.2003	2.59 %	-7.77 %
01.07.2003	2.33 %	-4.04 %
01.08.2003	6.58 %	-3.69 %
01.09.2003	5.11 %	-1.25 %
01.10.2003	11.11 %	-0.43 %
01.11.2003	6.40 %	0.52 %
01.12.2003	10.18 %	-0.04 %
01.01.2004	7.40 %	-0.02 %

Abb. 5.19. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Umsatzrendite



Extrembedrohung vs. Strategie 2: Kapitalrendite

Zeit	Kapitalrendite	*Kapitalrendite
01.04.2003	0.43 %	-3.72 %
01.05.2003	-0.35 %	-2.90 %
01.06.2003	1.08 %	-3.13 %
01.07.2003	1.01 %	-1.68 %
01.08.2003	2.86 %	-1.55 %
01.09.2003	2.22 %	-0.52 %
01.10.2003	4.99 %	-0.18 %
01.11.2003	2.87 %	0.23 %
01.12.2003	4.54 %	-0.02 %
01.01.2004	3.26 %	-0.01 %

Abb. 5.20. Extrembedrohung vs. Strategie 2: Kapitalrendite

Grundsätzlich ist für das strategische Entscheidungsszenario „Produktivitätssteigerung" festzustellen, daß sich die eingeleiteten Maßnahmen im Vergleich zum Bedrohungsszenario vorteilhaft auswirken und das Beispielunternehmen wieder profitabel arbeiten lassen. Die Gewinnentwicklung und die betrachteten Kennzahlen zeigen stetig bessere Werte und am Ende des Simulationszeitraums einen positiven Trend.

Es wurde nachgewiesen, daß die vom Management verfolgte Strategie der Kostenführerschaft durch Prozeßinnovationen und die Erhöhung der Produktionsproduktivität langfristig den Gewinn und die Renditekennzahlen verbessert. Damit zeigt das zweite strategische Entscheidungsszenario die Möglichkeiten der systemdynamischen Modellsimulation, die Effekte langfristig realisierbarer Ergebnisverbesserungen unter Berücksichtigung der zeitlichen Verzögerungen zu messen.

5.4 Abwehrstrategie 3: Intensivierung FuE

5.4.1 Szenariobeschreibung Intensivierung FuE

Für die Überprüfung der dritten Abwehrstrategie „FuE-Intensivierung" werden wiederum alle Werte des Bedrohungsszenarios beibehalten, lediglich die Größe *FuE-Einstellquote* wird in der Grafik ähnlich der ersten Abwehrstrategie verändert.

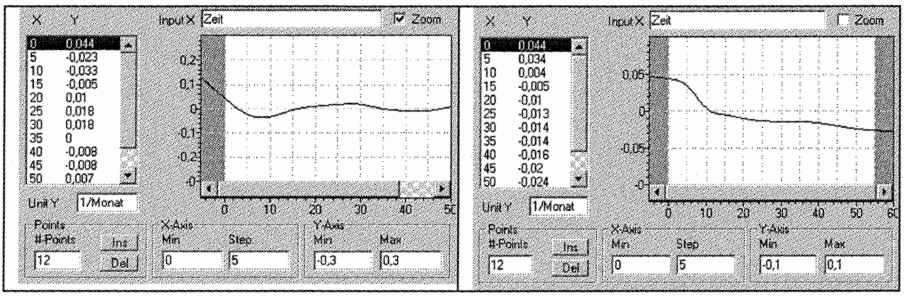


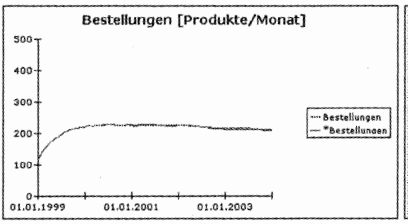
Abb. 5.21. Extrembedrohung vs. Strategie 3: FuE-Einstellquote (Y) in Abh. der Zeit (X)

Für das dritte Strategieszenario wird angenommen, daß in den ersten 10 Simulationsperioden Personal im FuE-Bereich eingestellt und erst später in geringem Umfang reduziert wird.

5.4.2 Simulationsergebnis und Diskussion

Im Bedrohungsszenario entwickelt sich der Personalbestand im FuE-Bereich zwischen 84 und 107 [Mitarbeiter] und stabilisiert sich auf 95 [Mitarbeiter]. Da die Größe *FuE-Einstellquote* in den ersten Perioden hoch bleibt und sich erst später in den negativen Bereich entwickelt, findet zunächst ein Personalaufbau bis auf 132 [Mitarbeiter] statt. Dieser wird dann allmählich reduziert. Zum Ende des Simulationszeitraums beträgt die Zahl der Mitarbeiter im FuE-Bereich schließlich noch 74 [Mitarbeiter].

Um für dieses Szenario und die darin verfolgte Strategie einer Intensivierung der FuE-Aktivitäten die kurz- und langfristigen monetären Auswirkungen zu untersuchen, erfolgt erneut ein Vergleich der Simulationsergebnisse des Bedrohungsszenarios mit den sich jetzt ergebenden. Für die Betrachtung der Marktseite werden die Größen *Bestellungen* und *Marktanteil* herangezogen.

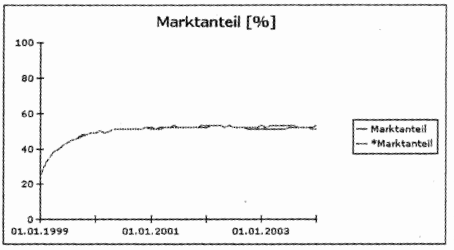


Extrembedrohung vs. Strategie 3: Bestellungen

Zeit	Bestellungen	*Bestellungen
01.03.2003	211.00 Produkte/Monat	218.00 Produkte/Monat
01.04.2003	211.00 Produkte/Monat	216.00 Produkte/Monat
01.05.2003	210.00 Produkte/Monat	218.00 Produkte/Monat
01.06.2003	210.00 Produkte/Monat	217.00 Produkte/Monat
01.07.2003	211.00 Produkte/Monat	216.00 Produkte/Monat
01.08.2003	211.00 Produkte/Monat	215.00 Produkte/Monat
01.09.2003	211.00 Produkte/Monat	213.00 Produkte/Monat
01.10.2003	210.00 Produkte/Monat	211.00 Produkte/Monat
01.11.2003	211.00 Produkte/Monat	209.00 Produkte/Monat
01.12.2003	212.00 Produkte/Monat	208.00 Produkte/Monat
01.01.2004	212.00 Produkte/Monat	207.00 Produkte/Monat

Abb. 5.22. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Bestellungen

Die Entwicklung der Bestellungen ist verglichen mit dem Bedrohungsszenario leicht höher. Durch die Intensivierung der FuE-Aktivitäten sind nur unwesentliche Kunden- bzw. Marktanteilsverschiebungen entstanden. Die Ursache liegt offensichtlich in der geringen Sensitivität der Kunden in Bezug auf den Produktnutzen.[9] Auch bei der Marktanteilssimulation zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

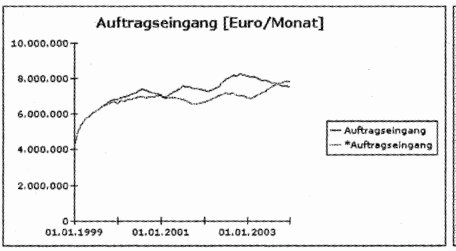


Extrembedrohung vs. Strategie 3: Marktanteil

Zeit	Marktanteil	*Marktanteil
01.04.2003	51,00 %	53,00 %
01.05.2003	51,00 %	53,00 %
01.06.2003	51,00 %	53,00 %
01.07.2003	52,00 %	53,00 %
01.08.2003	52,00 %	53,00 %
01.09.2003	52,00 %	52,00 %
01.10.2003	52,00 %	52,00 %
01.11.2003	52,00 %	52,00 %
01.12.2003	52,00 %	51,00 %
01.01.2004	53,00 %	51,00 %

Abb. 5.23. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Marktanteil

Die FuE-Aktivitäten des Modellunternehmens haben einen Einfluß auf den *Produktnutzen* und damit langfristig auch auf den durchsetzbaren *Produktpreis*. Mit diesem werden die *Bestellungen* als *Auftragseingang* monetär bewertet.



Extrembedrohung vs. Strategie 3: Auftragseingang

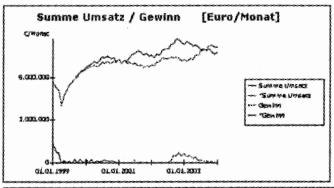
Zeit	Auftragseingang	*Auftragseingang
01.04.2003	8.015.679,00 €/Monat	7.060.802,00 €/Monat
01.05.2003	7.893.270,00 €/Monat	7.202.066,00 €/Monat
01.06.2003	7.883.190,00 €/Monat	7.310.513,00 €/Monat
01.07.2003	7.837.384,00 €/Monat	7.418.304,00 €/Monat
01.08.2003	7.754.250,00 €/Monat	7.600.250,00 €/Monat
01.09.2003	7.744.966,00 €/Monat	7.669.278,00 €/Monat
01.10.2003	7.625.520,00 €/Monat	7.735.682,00 €/Monat
01.11.2003	7.578.698,00 €/Monat	7.799.462,00 €/Monat
01.12.2003	7.605.500,00 €/Monat	7.826.000,00 €/Monat
01.01.2004	7.521.972,00 €/Monat	7.851.717,00 €/Monat

Abb. 5.24. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Auftragseingang

[9] An dieser Stelle können bei den Marktmodellannahmen Sensitivitätsanalysen erfolgen.

Aufgrund der nahezu unveränderten Bestelleingänge muß der *Produktpreis* näher untersucht werden. Durch eine anfängliche Verstärkung des FuE-Personals steigt der *Produktnutzen* im Vergleich zum Basisszenario deutlich schneller, wodurch im Modell die Größen *Preiserhöhung* und *Produktpreis* ebenfalls stärker wachsen. Somit überwiegt die positive Wirkung der Größe *Preiserhöhung* bei der Preisbestimmung und führt zu einem schneller ansteigenden *Produktpreis*.

Der *Umsatz* ist ebenfalls von dem veränderten *Produktpreis* betroffen. Er liegt bereits ab dem zweiten Jahr deutlich höher als der Vergleichswert des Bedrohungsszenarios. Von besonderem Interesse ist speziell in diesem Szenario, in welchem Ausmaß sich die mit der Personalzahl korrelierenden höheren *Personalkosten* im FuE-Bereich negativ auf den *Gewinn* auswirken und den Effekt des höheren *Umsatzes* wieder aufheben.



Extrembedrohung vs. Strategie 3: Umsatz und Gewinn

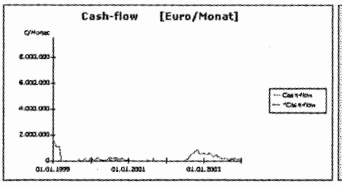
Zeit	Summe Umsatz	*Summe Umsatz	Gewinn	*Gewinn
01.03.2003	8.355.674.00 €/Monat	7.289.041.00 €/Monat	513.146.94 €/Monat	-693.308.70 €/Monat
01.04.2003	8.161.170.00 €/Monat	7.257.097.00 €/Monat	272.926.07 €/Monat	-686.075.26 €/Monat
01.05.2003	8.232.568.00 €/Monat	7.560.171.00 €/Monat	350.934.99 €/Monat	-540.238.30 €/Monat
01.06.2003	8.111.682.00 €/Monat	7.533.175.00 €/Monat	174.210.26 €/Monat	-585.685.26 €/Monat
01.07.2003	7.921.659.00 €/Monat	7.843.887.00 €/Monat	158.016.56 €/Monat	-316.872.14 €/Monat
01.08.2003	7.991.125.00 €/Monat	7.919.246.00 €/Monat	142.714.08 €/Monat	-292.145.90 €/Monat
01.09.2003	7.873.091.00 €/Monat	7.950.840.00 €/Monat	81.193.40 €/Monat	-99.232.74 €/Monat
01.10.2003	7.976.701.00 €/Monat	8.198.060.00 €/Monat	76.251.12 €/Monat	-35.053.26 €/Monat
01.11.2003	7.788.822.00 €/Monat	8.262.418.00 €/Monat	-68.338.06 €/Monat	43.228.92 €/Monat
01.12.2003	7.637.825.00 €/Monat	8.139.678.00 €/Monat	-109.517.91 €/Monat	-2.645.14 €/Monat
01.01.2004	7.773.432.00 €/Monat	8.127.156.00 €/Monat	-124.914.15 €/Monat	-1.533.50 €/Monat

Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0.00 €	66.245.431.00 €	85.917.010.00 €	89.568.481.00 €	96.477.962.00 €	96.866.778.00 €
*Umsatz pa	0.00 €	66.036.831.00 €	82.803.060.00 €	83.240.107.00 €	86.592.312.00 €	92.916.745.00 €
Gewinn pa	0.00 €	1.207.699.38 €	-2.746.059.48 €	-5.658.174.69 €	-1.554.461.24 €	2.606.567.99 €
*Gewinn pa	0.00 €	3.428.282.09 €	1.205.671.13 €	-6.638.890.25 €	-8.759.036.80 €	-4.571.699.06 €

Abb. 5.25. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Summe Umsatz/Summe Gewinn

In den Jahren 1999 und 2000 liegt der erzielte *Gewinn* deutlich niedriger. Im Jahr 2000 wird bereits ein Verlust in Millionenhöhe erzielt. Der Vergleichswert des Bedrohungsszenarios ist zu diesem Zeitpunkt noch positiv. Ab dem Jahr 2001 ändert sich die Situation. Es wird zwar weiterhin ein hoher Verlust von –5,6 Mio. [Euro/Jahr] erwirtschaftet, dieser liegt aber gegenüber dem Bedrohungsszenario um 1 Mio. [Euro/Jahr] niedriger. Im Jahr 2002 beträgt der Unterschied bereits über 7 Mio. [Euro/Jahr] und im letzten Jahr fällt ein deutlicher *Gewinn* in Höhe von 2,6 Mio. [Euro/Jahr] an. Es wird deutlich, daß die anfänglich höheren Personalkosten im FuE-Bereich bei gleicher Produktionsmenge während der ersten Perioden erwartungsgemäß den *Gewinn* verringern. Durch den Effekt des dann zeitverzögert steigenden *Produktpreises* und *Umsatzes* wird der *Gewinn* schließlich erhöht. Damit ergibt sich zum Ende der Simulation aus finanzieller Sicht ein stabiler Verlauf.

Auch mit Blick auf die Entwicklung des *Cash-flow* stellt sich die Strategie der „FuE-Intensivierung“ als langfristig vorteilhaft dar.

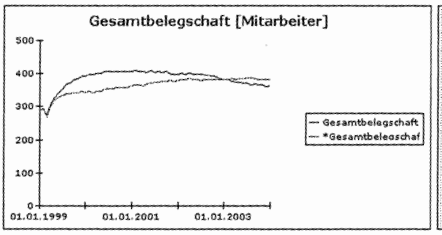


Extrembedrohung vs. Strategie 3: Cash-flow

Zeit	Cash-flow	*Cash-flow
01.03.2003	616.620.60 €/Monat	-398.815.72 €/Monat
01.04.2003	295.722.09 €/Monat	-666.529.58 €/Monat
01.05.2003	461.262.04 €/Monat	-407.333.24 €/Monat
01.06.2003	262.483.93 €/Monat	-569.300.68 €/Monat
01.07.2003	164.082.87 €/Monat	-150.889.42 €/Monat
01.08.2003	201.039.94 €/Monat	-200.443.72 €/Monat
01.09.2003	58.406.62 €/Monat	-49.705.31 €/Monat
01.10.2003	199.118.86 €/Monat	119.886.60 €/Monat
01.11.2003	-3.552.32 €/Monat	197.865.80 €/Monat
01.12.2003	-147.361.49 €/Monat	87.507.12 €/Monat
01.01.2004	-33.211.76 €/Monat	86.951.29 €/Monat

Abb. 5.26. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Cash-flow

Der in diesem Szenario angenommene Auf- und spätere Abbau von Personal im FuE-Bereich ist von maßgeblicher Bedeutung für die Entwicklung der *Gesamtbelegschaft.*



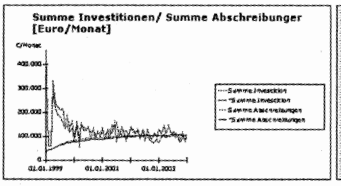
Extrembedrohung vs. Strategie 3: Gesamtbelegschaft

Zeit	Gesamtbelegschaft	*Gesamtbelegschaft
01.03.2003	378.00 Mitarbeiter	384.00 Mitarbeiter
01.04.2003	375.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.05.2003	375.00 Mitarbeiter	385.00 Mitarbeiter
01.06.2003	372.00 Mitarbeiter	386.00 Mitarbeiter
01.07.2003	371.00 Mitarbeiter	387.00 Mitarbeiter
01.08.2003	367.00 Mitarbeiter	387.00 Mitarbeiter
01.09.2003	369.00 Mitarbeiter	386.00 Mitarbeiter
01.10.2003	365.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.11.2003	365.00 Mitarbeiter	383.00 Mitarbeiter
01.12.2003	361.00 Mitarbeiter	382.00 Mitarbeiter
01.01.2004	362.00 Mitarbeiter	382.00 Mitarbeiter

Abb. 5.27. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Gesamtbelegschaft

Während der ersten Perioden erfolgt ein starker Anstieg der Personalzahl. Dieser resultiert nahezu ausschließlich aus den Maßnahmen im FuE-Bereich. Zum Ende bewegt sich aufgrund erfolgter Anpassungen im FuE-Bereich die Gesamtbelegschaft leicht unter dem Niveau des Bedrohungsszenarios.

Die folgende Abbildung zeigt die Investitions- und Abschreibungsentwicklungen.

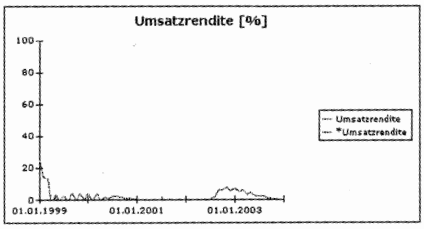


Extrembedrohung vs. Strategie 3: Summe Investitionen / Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Investition	*Summe Investition	Summe Abschreibungen	*Summe Abschreibungen
01.03.2003	109.950.00 €/Monat	143.250.00 €/Monat	101.475.03 €/Monat	103.737.49 €/Monat
01.04.2003	96.063.00 €/Monat	109.679.80 €/Monat	101.974.05 €/Monat	105.077.26 €/Monat
01.05.2003	103.099.67 €/Monat	145.123.33 €/Monat	101.641.23 €/Monat	105.016.41 €/Monat
01.06.2003	106.907.93 €/Monat	112.063.03 €/Monat	101.523.15 €/Monat	106.369.45 €/Monat
01.07.2003	113.670.40 €/Monat	119.967.73 €/Monat	101.940.47 €/Monat	106.396.55 €/Monat
01.08.2003	97.800.00 €/Monat	116.150.00 €/Monat	102.101.40 €/Monat	106.535.16 €/Monat
01.09.2003	107.899.33 €/Monat	92.711.97 €/Monat	102.243.36 €/Monat	107.047.99 €/Monat
01.10.2003	80.099.33 €/Monat	78.874.17 €/Monat	102.230.39 €/Monat	106.466.53 €/Monat
01.11.2003	116.248.34 €/Monat	94.060.75 €/Monat	101.455.09 €/Monat	105.525.79 €/Monat
01.12.2003	77.398.67 €/Monat	86.297.89 €/Monat	102.131.10 €/Monat	105.043.48 €/Monat
01.01.2004	116.921.95 €/Monat	114.334.59 €/Monat	101.277.55 €/Monat	104.367.38 €/Monat

Abb. 5.28. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen

Die Gegenüberstellung weist wiederum nur unwesentliche Änderungen auf. Im Gegensatz dazu erfordert die Szenarioanalyse „FuE-Intensivierung“ die Untersuchung der Renditekennzahlen, da sie durch die bereits diskutierte Umsatz- und Gewinnentwicklung maßgeblich beeinflußt werden.

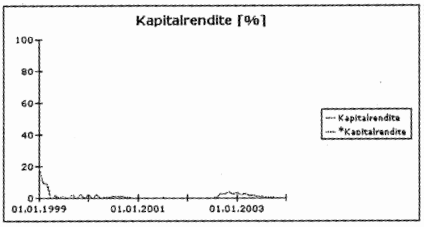


Extrembedrohung vs. Strategie 3: Umsatzrendite

Zeit	Umsatzrendite	*Umsatzrendite
01.03.2003	6.14 %	-9.51 %
01.04.2003	3.34 %	-9.45 %
01.05.2003	4.26 %	-7.15 %
01.06.2003	2.15 %	-7.77 %
01.07.2003	1.99 %	-4.04 %
01.08.2003	1.79 %	-3.69 %
01.09.2003	1.03 %	-1.25 %
01.10.2003	0.96 %	-0.43 %
01.11.2003	-0.88 %	0.52 %
01.12.2003	-1.43 %	-0.04 %
01.01.2004	-1.61 %	-0.02 %

Abb. 5.29. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Umsatzrendite

Die *Umsatzrendite* liegt in den ersten Simulationsperioden unter der des Bedrohungsszenarios. Anschließend steigt sie jedoch deutlich darüber und läßt die Strategie ebenfalls vorteilhaft erscheinen.



Extrembedrohung vs. Strategie 3: Kapitalrendite

Zeit	Kapitalrendite	*Kapitalrendite
01.03.2003	2.88 %	-3.79 %
01.04.2003	1.52 %	-3.72 %
01.05.2003	1.94 %	-2.90 %
01.06.2003	0.96 %	-3.13 %
01.07.2003	0.87 %	-1.68 %
01.08.2003	0.77 %	-1.55 %
01.09.2003	0.44 %	-0.52 %
01.10.2003	0.41 %	-0.18 %
01.11.2003	-0.36 %	0.23 %
01.12.2003	-0.58 %	-0.02 %
01.01.2004	-0.65 %	-0.01 %

Abb. 5.30. Extrembedrohung vs. Strategie 3: Kapitalrendite

Die Aussagen zur *Umsatzrendite* gelten analog für die *Kapitalrendite*. Auch sie steigt aufgrund der allmählich besseren Gewinnentwicklung über das Niveau des Bedrohungsszenarios.

Grundsätzlich ist für das strategische Entscheidungsszenario „FuE-Intensivierung" festzustellen, daß die Auswirkungen im Vergleich zum Bedrohungsszenario entgegen ersten Erwartungen nicht negativ erscheinen. Die Gewinnentwicklung sowie die betrachteten Kennzahlen zeigen bessere Werte. Es ist offensichtlich, daß die im Szenario verfolgte Differenzierungsstrategie einer Intensivierung von FuE-Aktivitäten durch vorübergehende Erhöhung des Personals kurzfristig den Gewinn und die Renditekennzahlen verschlechtert, langfristig jedoch durch die erreichten Produktinnovationen vorteilhaft ist und das Beispielunternehmen wieder profitabel arbeiten läßt. Dem Preisverfall wird durch eine Erhöhung des Produktnutzens begegnet. Im Unterschied zum ersten strategischen Entscheidungsszenario „FuE-Personalbbau" ist jedoch auch zum Ende der Simulation ein erheblicher Personalbestand im FuE-Bereich vorhanden, so daß auch zukünftig FuE-Aktivitäten stattfinden können.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die dritte Abwehrstrategie langfristig vorteilhaft ist. Dennoch dürfte angesichts der angespannten finanziellen Situation zu Beginn ein stärkerer Personalaufbau schwierig durchzusetzen sein. Die Ursache liegt in der sofortigen Kostenwirkung von zusätzlichem Personal. Der dadurch

gewonnene Nutzen tritt erst in späteren Perioden ein und erschwert die Argumentation der Vorteilhaftigkeit dieser Strategie. Speziell an dieser Stelle kann die systemdynamische Modellierung eine wichtige Unterstützungsfunktion bieten.

Das dritte Entscheidungsszenario ist mit der Abwehrstrategie „FuE-Intensivierung“ ein einfaches, aber realistisches Beispiel für eine mögliche Unternehmenspolitik, die nicht auf kurzfristige Ergebnisverbesserungen und damit einhergehende Erfolgsmeldungen fokussiert. Statt dessen steht die langfristige Entwicklung im Mittelpunkt. Es wurde mit diesem Szenario gezeigt, wie wichtig es nach der Erkennung von Fehlentwicklungen ist, mögliche Entscheidungen und Maßnahmen mit ihren kurz- und langfristigen Auswirkungen vollständig zu untersuchen. Viele Strategien und Maßnahmen, die auf langfristigen finanziellen Erfolg ausgerichtet sind, können durch Simulation von systemdynamischen Unternehmensmodellen in ihrer Wirkung überprüft werden. Auf diese Weise kann auch die Durchsetzung kurzfristig ergebnisbelastender Maßnahmen argumentativ unterstützt werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Dem strategischen Controlling obliegt die nachhaltige Existenzsicherung des Unternehmens. Darüber hinaus werden im Rahmen der strategischen Planung Maßnahmen erarbeitet, die den langfristigen finanziellen Erfolg sicherstellen sollen.

Häufig wird in der Realität eine wirtschaftliche Fehlentwicklung für unvorhersehbar gehalten und in allen Auswirkungen weitgehend akzeptiert. Mit Blick auf die möglicherweise weitreichenden und einschneidenden Konsequenzen für das gesamte Unternehmen muß das strategische Controlling zur Vermeidung solcher Situationen rechtzeitig alle die langfristige Gesamtunternehmensentwicklung beeinflussenden Zusammenhänge erkennen und bestimmte Tendenzen vorhersehen. Chancen und Risiken sind zu identifizieren und zu analysieren, um geeignete und langfristig sinnvolle Handlungsalternativen aufzeigen und erfolgversprechende Maßnahmen einleiten zu können. Alle Entscheidungen großer Tragweite müssen auf ihre vollständige Kurz- und Langfristwirkung innerhalb und außerhalb des Unternehmens überprüft werden. Eine besondere Bedeutung kommt dabei zeitverzögerten Rückkopplungen zu, denn eine kurzfristig erfolgreiche Maßnahme wirkt sich langfristig möglicherweise sehr nachteilig aus.

Werden im operativen Controlling Entwicklungen erkannt, die eine Gefährdung der kurzfristigen Planziele signalisieren, zwingt dies die Unternehmen häufig zur Einleitung von Maßnahmen zur Ergebnissteigerung. Derartige Maßnahmen mit vorübergehend gewünschter Wirkung können die Unternehmensentwicklung langfristig extrem negativ beeinflussen.

Zur Beschreibung möglicher Szenarien und zur umfassenden Beurteilung der umrissenen Entscheidungssituationen werden vom Entscheidungsträger quantitative Aussagen und Analysen benötigt, die die Konsequenzen und Auswirkungen der sich ihm stellenden Alternativen über einen beliebig langen Zeitraum in der Zukunft veranschaulichen.

Bekannte Steuerungskonzepte wie die Balanced Scorecard oder der Ansatz des vernetzten Denkens scheitern nachweislich bei Vorliegen von komplexen und dynamischen Sachverhalten. Sie können daher keine ausreichende Unterstützung bei der langfristigen Sicherstellung des Unternehmenserfolgs im strategischen Controlling bieten. Nur durch den Einsatz mathematischer Modelle wird es möglich, die komplizierten Beziehungen im Unternehmenskomplex überschaubar zu ma-

F. Schöneborn, *Strategisches Controlling mit System Dynamics*
© Physica-Verlag Heidelberg 2004

chen und Konsequenzen aus Handlungsalternativen trotz der vorherrschenden fundamentalen Ungewißheit im Unternehmen quantitativ abzuschätzen. Zum diesem Zweck wurde System Dynamics als Methode zur Entwicklung eines systemdynamischen Unternehmensmodells eingesetzt. Mit ihm wurden verschiedene Experimente möglich.

Vor der Entwicklung der Gleichungen erfolgte eine Beschreibung der Teilsysteme eines Unternehmens und deren anschauliche Abbildung in Wirkungsdiagrammen. Bereits in diesen Diagrammen wurde deutlich, daß eine isolierte Betrachtung, Planung und Steuerung einzelner Größen wie Personalbestand, Investitionen oder einzelner Renditekennzahlen seitens des Controlling denkbar ungeeignet ist. Vielmehr resultieren aus diesen künstlichen Systemeingriffen Gefahren, die die langfristig erfolgreiche Entwicklung des Unternehmens gefährden können. Dies ist insbesondere bei Budgetansätzen der Fall, in denen Größen über mehrere Perioden hinweg linear in die Zukunft projiziert werden. Gleiches gilt für nachträglich notwendig werdende Pauschalkürzungen.

Das darauf aufbauend entwickelte systemdynamische Unternehmensmodell beinhaltet alle Kernfunktionen, Kernzusammenhänge und weitere, die künftige Entwicklung beeinflussende Elemente. Mit ihm wurden im Rahmen unterschiedlicher Szenarioanalysen finanziell relevante Daten über einen längeren Zeitraum berechnet und deren Entwicklung im dynamischen Unternehmensumfeld in Abhängigkeit von externen Einflüssen und internen Entscheidungsregeln simuliert.

Insbesondere durch die Untersuchung der Abwehrstrategien im Falle einer extremen Existenzbedrohung konnte gezeigt werden, daß das entwickelte Unternehmensmodell die monetäre Bewertung der Konsequenzen unterschiedlicher Szenarien, Entscheidungen und Strategien erlaubt. Bei der Untersuchung der Abwehrstrategie „FuE-Personalabbau“ wurde deutlich, welche Gefahren durch eine auf kurzfristige Zielerreichung ausgerichtete Strategie für die langfristige Entwicklung eines Unternehmens erwachsen können. Im Unterschied dazu wurde durch die Simulation zwei weiterer Abwehrstrategien bewiesen, in welcher Form das vorliegende Modell auch bei der Suche nach erfolgversprechenden und existenzsichernden Strategien unterstützen kann.

Damit ist es als ein umfassendes und äußerst flexibles Instrument zur Früherkennung, zur langfristigen Planung und zur Überprüfung von Entscheidungsalternativen und Strategien bei unterschiedlichen Szenarien einsetzbar.

6.2 Ausblick und Möglichkeiten weiterer Forschungsarbeit

Systemdynamische Unternehmensmodelle können Managern helfen, die Vielzahl von Größen und komplexen dynamischen Zusammenhängen besser zu verstehen. Sowohl bei der Modellentwicklung als auch bei der Simulation werden die wichtigsten Ursache-Wirkungszusammenhänge, die Art der Beziehungen der verschiedenen Teilsysteme untereinander sowie die Auswirkungen von externen Einflüssen auf das Gesamtsystem aufgedeckt. Dieses Wissen schafft im Management

größeres Verständnis und höhere Sicherheit bei der Abschätzung der Konsequenzen strategischer Entscheidungen.

Eine interessante Perspektive für eine Unternehmensmodellierung im strategischen Controlling in der Praxis ergibt sich durch die Integration der Software Powersim in das neue Produkt SAP Strategic Enterprise Management (SAP SEM) der SAP AG. Innerhalb des Moduls „Business Planning and Simulation" (BPS) können systemdynamische Modelle, so auch das hier entwickelte Unternehmensmodell, konstruiert, simuliert und durch Einsatz des SAP Business Information Warehouse (BW) mit Realdaten des Unternehmens verknüpft werden.[1] Dies erlaubt umfangreiche Szenarioanalysen zur Strategiebewertung und durch Simulation generierte alternative Planungsrechnungen. Das bekannte System SAP R/3 hingegen ist eine auf Einzeltraktionen ausgerichtete betriebswirtschaftliche Anwendung. Sein Hauptvorteil besteht in der einheitlichen Datenbasis und der Integration verschiedener Einzelanwendungen entlang der kompletten Wertschöpfungskette. Es beschränkt sich auf einen einjährigen und damit kurzfristigen Zeithorizont. Aufgrund dieser operativen Ausrichtung ist es mit R/3 nicht möglich, Aufschlüsse über Auswirkungen kurzfristiger Entscheidungen auf langfristige Ziele zu erhalten. Alternativrechnungen, Szenarien und Simulationen zu unterschiedlichen Strategien können mit diesem System nur sehr begrenzt durchgespielt werden. Strategische Entscheidungssituationen werden mit R/3 kaum unterstützt.[2]

Aus den Ergebnissen lassen unterschiedliche Richtungen und Möglichkeiten weiterer Forschungsarbeit im Controlling ableiten. Eine Möglichkeit besteht in der standardisierten Verknüpfung der System Dynamics Methode mit dem vorgestellten Konzept der Balanced Scorecard. Wirkungsdiagramme erlauben eine Verbesserung der bis dato unzureichenden Erfassung von Dynamik und Rückkopplung in den Wirkungsbeziehungen einer Balanced Scorecard. Außerdem ermöglichen systemdynamische Modelle die Abstimmung von individuellen Scorecards zur Erreichung eines aus Gesamtunternehmenssicht optimalen Ergebnisses, da sämtliche Teilbereiche des Unternehmens erfaßt und quantitativ miteinander vernetzt werden. Fehlsteuerungen aufgrund isolierter Betrachtungen einzelner Größen werden auf diese Weise vermieden. Schließlich liegt ein weiterer Vorteil von System Dynamics in der Möglichkeit, qualitative Zusammenhänge quantifizierbar und damit meßbar zu machen. Auch dies hilft bei der Darstellung und Beurteilung von erreichten Ergebnissen mit der Balanced Scorecard.

Eine weitere interessante Forschungsmöglichkeit besteht in der Verknüpfung des systemdynamischen Unternehmensmodells mit Untersuchungen und Analysen zum Wertmanagement. Wertorientiertes Controlling gewann aufgrund verstärkten Kapitalmarktinteresses in den letzten Jahren in Theorie und Praxis stark an Bedeutung.[3] Es wurden neue Kennzahlen und Schlagworte eingeführt, um eine ergeb-

---

[1] Weiterführende Beiträge zu SAP SEM-BPS: Meier, M. / Sinzig, W. / Mertens, P. (2002), Sinzig, W. (2000), Kagermann, H. (2000).

[2] Vgl. Friedl, G. / Hilz, C. / Pedell, B. (2002, S.162-164).

[3] Pape, U. (1999), Günther, T. (1999), Horvath, P. / Minning, F. (2001), Schröder, E.F. (2001).

nisorientierte Unternehmensentwicklung in der Zukunft sicherzustellen. Allerdings fällt bei näherer Betrachtung der Konzepte auf, daß zur Berechnung von Shareholder Value, EVA usw. zwingend Aussagen zu künftigen Zahlungsströmen wie Umsätzen und Cash-flows in den Folgejahren benötigt werden. Diese zu treffen bereitet aber häufig Schwierigkeiten.[4] Ausgehend von diesen Größen werden dann unterschiedliche Kapitalrenditen errechnet, die zur Beurteilung und erfolgsorientierten Steuerung des Unternehmens verwendet werden sollen. Offen bleibt allerdings immer die Frage, wie diese Prognosedaten gewonnen wurden und von welcher Qualität sie tatsächlich sind. Möglicherweise liegen auch hier wieder extrapolierende Methoden oder einfache Expertenschätzungen zugrunde, deren Belastbarkeit sich erst in der Zukunft zeigen wird. Gegebenenfalls werden darin Wachstumsentwicklungen unterstellt, die häufig Wunschvorstellungen wiedergeben und deren Realitätsnähe nicht ausreichend überprüft wurde. GÜNTHER empfahl in diesem Zusammenhang die Verwendung differenzierter Planungsmodelle unter Einbindung der strategischen und operativen Planung.[5] Es liegt nahe, zur Bestimmung der künftigen Zahlungsströme bei unterschiedlichen Szenarien auch ein systemdynamisches Unternehmensmodell einzusetzen.

FORRESTER gab 1991 für die Gestaltung sozialer Systeme folgendes zu bedenken.[6]

> Bei der Entwicklung komplexer technischer Systeme werden heutzutage standardmäßig äußerst umfangreiche und teure Modelle und Computerprogramme entwickelt und eingesetzt, um durch Simulation rechtzeitig Aufschlüsse zum künftigen Verhalten des Systems unter bestimmten, möglicherweise veränderlichen oder gar turbulenten Rahmenbedingungen zu erhalten. Auf Basis dieser Erkenntnisse werden Fehlkonstruktionen bereits im frühen Stadium ohne schwerwiegende Konsequenzen vermieden.

An dieser Stelle ist in der betriebswirtschaftlichen Theorie und Praxis die Frage zu stellen, wie komplexe Unternehmenssysteme noch heute aufgrund von Intuition, Erfahrungswerten, Expertenschätzungen und reinen Wunschvorstellungen erfolgreich gesteuert werden sollen, ohne daß im Vorfeld strategischer Entscheidungen eine adäquate Analyse der langfristig drohenden Konsequenzen durch Modelle und Simulationen erfolgt. Eine Zunahme von strategischen Fehlentscheidungen in der Unternehmenspraxis dürfte daher in Zukunft wahrscheinlich sein.

---

[4] Vgl. Günther, T. (1997, S.24), Welge, M.K. / Al-Laham, A. (1999, S.145), zu den theoretischen Grundlagen: Dinter, H.J. / Swoboda, M. (2001).

[5] Vgl. Günther, T. (1997, S.24).

[6] Vgl. Forrester, J.W. (1991, S.34).

Anhang 1: Übersicht Gleichungen

R,1 Bestellungen$_t$ [Produkte/Monat]

= Bestellfrequenz$_t$ * Kunden des U$_t$

A,1 Bestellfrequenz$_t$ [(Produkte/Monat)/Kunden]

= Marktvolumen$_t$ / Kunden gesamt$_t$

A,2 Kunden gesamt$_t$ [Kunden]

= Kunden des U$_t$ + Kunden des W$_t$

L,1 Marktvolumen$_t$ [Produkte/Monat]

= Marktvolumen$_t$-1
+ Marktvolumenwachstum$_t$
- Marktvolumenschrumpfung$_t$

R,2 Marktvolumenwachstum$_t$ [Produkte/Monat/Monat]

= IF(Marktentwicklung$_t$ > 0; Marktvolumen$_t$ * Marktentwicklungt; 0)

R,3 Marktvolumenschrumpfung$_t$ [Produkte/Monat/Monat]

= IF(Marktentwicklung$_t$ < 0; Marktvolumen$_t$ * (-1) * Marktentwicklung$_t$; 0)

A,3 Marktentwicklung$_t$ [1/Monat]

= F$_{GRAPH}$(Zeit)

A,4 Zeit$_t$ []

= (TIME-STARTTIME)/TIMESTEP

L,2 Kunden des U$_t$ [Kunden]

= Kunden des U$_{t-1}$
+ Neukunden für U$_t$
+ Zuwanderung$_t$
- Abwanderung$_t$
- bankrotte Kunden U$_t$

L,3 Kunden des W$_t$ [Kunden]

= Kunden des W$_{t-1}$
+ Neukunden für W$_t$
+ Abwanderung$_t$
- Zuwanderung$_t$
- bankrotte Kunden W$_t$

L,4 Neukunden vor Erstkauf$_t$ [Kunden]

= Neukunden vor Erstkauf$_{t-1}$
+ Neukunden gesamt$_t$
- Neukunden für U$_t$

- Neukunden für W_t

C,1 Schwellwert$_t$ [1/Monat]

C,2 Neukundenquote$_t$ [1/Monat]

R,4 Neukunden gesamt$_t$ [Kunden/Monat]
= IF(Marktentwicklung$_t$ > Schwellwert$_t$; Neukundenquote$_t$ * Kunden gesamt$_t$; 0)

C,3 Austrittsquote$_t$ [1/Monat]

R,5 bankrotte Kunden U_t [Kunden/Monat]
= IF(Marktentwicklung$_t$ < - Schwellwert$_t$; Austrittsquote$_t$ * Kunden des U_t; 0)

R,6 bankrotte Kunden W_t [Kunden/Monat]
= IF(Marktentwicklung$_t$ < - Schwellwert$_t$; Austrittsquote$_t$ * Kunden des W_t; 0)

C,4 Basissatz NdU_t [1/Monat]

R,7 Neukunden für U_t [Kunden/Monat]
= (Basissatz NdU_t + F_{GRAPH}(Produktpreis$_t$) + F_{GRAPH}(Marketingkosten$_t$) + F_{GRAPH}(Produktnutzen$_t$)) * Neukunden vor Erstkauf$_t$

R,8 Neukunden für W_t [Kunden/Monat]
= IF(Neukunden vor Erstkauf$_t$ > 0; Neukunden vor Erstkauf$_t$ / 1 [Monat] - Neukunden für U_t; 0)

C,5 Basissatz Wanderung$_t$ [1/Monat]

R,9 Zuwanderung$_t$ [Kunden/Monat]
= (Basissatz Wanderung$_t$ + F_{GRAPH}(Produktpreis$_t$) + F_{GRAPH}(Marketingkosten$_t$) + F_{GRAPH}(Produktnutzen$_t$)) * Kunden des W_t

R,10 Abwanderung$_t$ [Kunden/Monat]
= (Basissatz Wanderung$_t$ + F_{GRAPH}(Produktpreis$_t$) + F_{GRAPH}(Produktnutzen$_t$) + F_{GRAPH}(Kundenzufriedenheit$_t$)) * Kunden des U_t

A,5 Auftragseingang$_t$ [Euro/Monat]
= Bestellungen$_t$ * Produktpreis$_t$

A,6 Marktanteil$_t$ []
= Bestellungen$_t$ / Marktvolumen$_t$

L,5 Bestellbestand$_t$ [Produkte]
= Bestellbestand$_{t-1}$
+ Bestellungen$_t$
- Fertigung$_t$

L,6 Halbfertige Produkte$_t$ [Produkte]
= Halbfertige Produkte$_{t-1}$
+ Fertigung$_t$
- Montage$_t$

L,7 Fertige Produkte$_t$ [Produkte]
= Fertige Produkte$_{t-1}$
+ Montage$_t$
- Installation$_t$

L,8 $Material_t$ [t]
= $Material_{t-1}$
+ $Materialbeschaffung_t$
- $Materialverarbeitung_t$

C,6 $Materialanteil_t$ [t/Produkte]

R,11 $Materialbeschaffung_t$ [t/Monat]
= $Materialanteil_t$ * $Bestellungen_t$

R,12 $Materialverarbeitung_t$ [t/Monat]
= $Fertigung_t$ * $Materialanteil_t$

L,9 $Fertigungswerkzeug_t$ [Fwkzg]
= $Fertigungswerkzeug_{t-1}$
+ Beschaffung $Fwkzg_t$
- Verschrottung $Fwkzg_t$

L,10 $Montagewerkzeug_t$ [Mwkzg]
= $Montagewerkzeug_{t-1}$
+ Beschaffung $Mwkzg_t$
- Verschrottung $Mwkzg_t$

C,7 Kapazität $Fwkzg_t$ [Produkte/Fwkzg/Monat]

C,8 Kapazität $Mwkzg_t$ [Produkte/Mwkzg/Monat]

A,7 Abweichung $Fwkzg_t$ [Fwkzg]
= $Bestellungen_t$ / Kapazität $Fwkzg_t$ -$Fertigungswerkzeug_t$

A,8 Abweichung $Mwkzg_t$ [Mwkzg]
= $Bestellungen_t$ / Kapazität $Mwkzg_t$ -$Montagewerkzeug_t$

R,13 Beschaffung $Fwkzg_t$ [Fwkzg/Monat]
= IF(Abweichung $Fwkzg_t$ < 0; 0 ; Abweichung $Fwkzg_t$) /
1 [Monat]

R,14 Beschaffung $Mwkzg_t$ [Mwkzg/Monat]
= IF(Abweichung $Mwkzg_t$ < 0; 0 ;Abweichung $Mwkzg_t$) /
1 [Monat]

C,9 Nutzungsdauer $Fwkzg_t$ [Monat]

C,10 Nutzungsdauer $Mwkzg_t$ [Monat]

R,15 Verschrottung $Fwkzg_t$ [Fwkzg/Monat]
= $Fertigungswerkzeug_t$ / Nutzungsdauer $Fwkzg_t$

R,16 Verschrottung $Mwkzg_t$ [Mwkzg/Monat]
= $Montagewerkzeug_t$ / Nutzungsdauer $Mwkzg_t$

L,11 $Fertigungspersonal_t$ [Mitarbeiter]
= $Fertigungspersonal_{t-1}$
+ Einstellung $Fertigung_t$
- Kündigung $Fertigung_t$

L,12 $Montagepersonal_t$ [Mitarbeiter]
= $Montagepersonal_{t-1}$
+ Einstellung $Montage_t$
- Kündigung $Montage_t$

C,11 Kapazität F-$personal_t$ [Produkte/Mitarbeiter/Monat]

C,12 Kapazität M-$personal_t$ [Produkte/Mitarbeiter/Monat]

A,9 Abweichung F-$personal_t$ [Mitarbeiter]

= Bestellungen$_t$ / Kapazität F-personal$_t$ - Fertigungspersonal$_t$

A,10 Abweichung M-personal$_t$ [Mitarbeiter]
= Bestellungen$_t$ / Kapazität M-personal$_t$ - Montagepersonal$_t$

R,17 Einstellung Fertigung$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= IF(Abweichung F-personal$_t$ < 0; 0 ; Abweichung F-personal$_t$) / 1 [Monat]

R,18 Einstellung Montage$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= IF(Abweichung M-personal$_t$ < 0; 0 ; Abweichung M-personal$_t$) / 1 [Monat]

C,13 Verzug Kündigung$_t$ [Monat]

R,19 Kündigung Fertigung$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= DELAYPPL((IF(Abweichung F-personal$_t$ < 0; -1 * Abweichung F-personal$_t$; 0) / 1 [Monat]); Verzug Kündigung$_t$)

R,20 Kündigung Montage$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= DELAYPPL((IF(Abweichung M-personal$_t$ < 0; -1 * Abweichung M-personal$_t$; 0) / 1 [Monat]); Verzug Kündigung$_t$)

R,21 Fertigung$_t$ [Produkte/Monat]
= MIN(Bestellbestand$_t$ / 1 [Monat]; Fertigungspersonal$_t$ * Kapazität F-personal$_t$; Fertigungswerkzeug$_t$ * Kapazität Fwkzg$_t$; Material$_t$ / Materialanteil$_t$)

R,22 Montage$_t$ [Produkte/Monat]
= MIN(Halbfertige Produkte$_t$ / 1 [Monat]; Montagepersonal$_t$ * Kapazität M-personal$_t$; Montagewerkzeug$_t$ * Kapazität Mwkzg$_t$)

L,13 Anlagevermögen Fertigung$_t$ [Euro]
= Anlagevermögen Fertigung$_{t-1}$
+ Investition Fertigung$_t$
- Abschreibung Fertigung$_t$

L,14 Anlagevermögen Montage$_t$ [Euro]
= Anlagevermögen Montage$_{t-1}$
+ Investition Montage$_t$
- Abschreibung Montage$_t$

C,14 Preis Fwkzg$_t$ [Euro/Fwkzg]

C,15 Preis Mwkzg$_t$ [Euro/Mwkzg]

R,23 Investition Fertigung$_t$ [Euro/Monat]
= Beschaffung Fwkzg$_t$ * Preis Fwkzg$_t$

R,24 Investition Montage$_t$ [Euro/Monat]
= Beschaffung Mwkzg$_t$ * Preis Mwkzg$_t$

R,25 Abschreibung Fertigung$_t$ [Euro/Monat]
= Anlagevermögen Fertigung$_t$ / Nutzungsdauer Fwkzg$_t$

R,26 Abschreibung Montage$_t$ [Euro/Monat]
= Anlagevermögen Montage$_t$ / Nutzungsdauer Mwkzg$_t$

L,15	Umlaufvermögen Material$_t$ = Umlaufvermögen Material$_{t-1}$ + Materialeinkauf$_t$ - Materialaufwand$_t$	[Euro]
A,11	Preis Material$_t$ = F_{GRAPH}(Zeit)	[Euro/t]
R,27	Materialeinkauf$_t$ Materialbeschaffung$_t$ * Preis Material$_t$	[Euro/Monat]
R,28	Materialaufwand$_t$ = Materialverarbeitung$_t$ * Preis Material$_t$	[Euro/Monat]
A,12	P-kostensatz Fertigung$_t$ = F_{GRAPH}(Zeit)	[Euro/Mitarbeiter/Monat]
A,13	P-kostensatz Montage$_t$ = F_{GRAPH}(Zeit)	[Euro/Mitarbeiter/Monat]
A,14	Personalkosten Fertigung$_t$ = P-kostensatz Fertigung$_t$ * Fertigungspersonal$_t$	[Euro/Monat]
A,15	Personalkosten Montage$_t$ = P-kostensatz Montage$_t$ * Montagepersonal$_t$	[Euro/Monat]
L,16	Umlaufvermögen Halbfertige Produkte$_t$ = Umlaufvermögen Halbfertig Produkte$_{t-1}$ + Erhöhung Halbfertigbestände$_t$ - Übergang$_t$	[Euro]
A,16	Herstellkostensatz Fertigung$_t$ = P-kostensatz Fertigung$_t$ / Kapazität F-personal$_t$ + Preis Material$_t$ * Materialanteil$_t$	[Euro/Produkte]
R,29	Erhöhung Halbfertigbestände$_t$ = Herstellkostensatz Fertigung$_t$ * Fertigung$_t$	[Euro/Monat]
R,30	Übergang$_t$ = Herstellkostensatz Fertigung$_t$ * Montage$_t$	[Euro/Monat]
L,17	Umlaufvermögen Fertige Produkte$_t$ = Umlaufvermögen Fertige Produkte$_{t-1}$ + Übergang$_t$ + Erhöhung Fertigbestände$_t$ - Bestandsminderung$_t$	[Euro]
A,17	Herstellkostensatz Montage$_t$ = P-kostensatz Montage$_t$ / Kapazität M-personal$_t$	[Euro/Produkte]
R,31	Erhöhung Fertigbestände$_t$ = Herstellkostensatz Montage$_t$ * Montage$_t$	[Euro/Monat]
A,18	Gesamt-Herstellkostensatz$_t$ = Herstellkostensatz Fertigung$_t$ + Herstellkostensatz Montage$_t$	[Euro/Produkte]
R,32	Bestandsminderung$_t$ = Installation$_t$ * Gesamt-Herstellkostensatz$_t$	[Euro/Monat]
C,16	Normalarbeitszeit$_t$	[h/Mitarbeiter/Monat]
C,17	Technikerproduktivität$_t$	[]
A,19	Standardkapazität$_t$	[h/Mitarbeiter/Monat]

= Normalarbeitszeit$_t$ * Technikerproduktivität$_t$

A,20 Kapazität verfügbar$_t$ [h/Monat]
= Standardkapazität$_t$ * Techniker$_t$

L,18 Anwärter$_t$ [Mitarbeiter]
= Anwärter$_{t-1}$
+ Einstellung T_t
- Ausbildung T_t

L,19 Techniker$_t$ [Mitarbeiter]
= Techniker$_{t-1}$
+ Ausbildung T_t
- Kündigung T_t

C,18 Ausbildungsdauer$_t$ [Monat]

R,33 Ausbildung T_t [Mitarbeiter/Monat]
= Anwärter$_t$ / Ausbildungsdauer$_t$

C,19 Verweildauer$_t$ [Monat]

R,34 Kündigung T_t [Mitarbeiter/Monat]
= Techniker$_t$ / Verweildauer$_t$

C,20 Installationsdauer$_t$ [h/Produkte]

A,21 Bedarf Installationszeit$_t$ [h/Monat]
= Fertige Produkte$_t$ * Installationsdauer$_t$ / 1 [Monat]

R,35 Installation$_t$ [Produkte/Monat]
= MIN(Kapazität verfügbar$_t$; Bedarf Installationszeit$_t$) / Installationsdauer$_t$

L,20 Produkte in Betrieb$_t$ [Produkte]
= Produkte in Betrieb$_{t-1}$
+ Installation$_t$
- Außerbetriebnahme$_t$

C,21 Produktlebensdauer$_t$ [Monat]

R,36 Außerbetriebnahme$_t$ [Produkte/Monat]
= Produkte in Betrieb$_t$ / Produktlebensdauer$_t$

C,22 Wartungsbedarf$_t$ [h/Produkte/Monat]

R,37 Bestellung Wartungsleistung$_t$ [h/Monat]
= Produkte in Betrieb$_t$ * Wartungsbedarf$_t$

L,21 Auftragsbestand Wartung$_t$ [h]
= Auftragsbestand Wartung$_{t-1}$
+ Bestellung Wartungsleistung$_t$
- Wartungsleistung$_t$

A,22 Installationszeit$_t$ [h/Monat]
= Installation$_t$ * Installationsdauer$_t$

R,38 Wartung$_t$ [h/Monat]
= MIN((Kapazität verfügbar$_t$ - Installationszeit$_t$); (Auftragsbestand Wartung$_t$ / 1 [Monat]))

A,23 Init Servicepersonal$_t$ [Mitarbeiter]
= Init(Anwärter) + Init(Techniker)

A,24 Gesamtservicepersonal$_t$ [Mitarbeiter]
= Anwärter$_t$ + Techniker$_t$

A,25 Wachstum Servicepersonal$_t$ []
= Gesamtservicepersonal$_t$ / Init Servicepersonal$_t$

A,26 Bestandswachstum Produkte in ‚Betrieb$_t$ []
= Produkte in Betrieb$_t$ / Init(Produkte in Betrieb)

R,39 Einstellung T$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
= IF(Wachstum Servicepersonal$_t$ > Bestandswachstum Produkte in ‚Betrieb$_t$; 0 ; Init Servicepersonal$_t$ * Bestandswachstum Produkte in ‚Betrieb$_t$ - Summe Servicepersonal$_t$)

A,27 Bestandswachstum Wartungsaufträge$_t$ []
= Auftragsbestand Wartung$_t$ / Init Auftragsbestand Wartung$_t$

A,28 Verfügbarkeitsindex$_t$ []
= Bestandswachstum Wartungsaufträge$_t$ - Bestandswachstum Produkte in ‚Betrieb$_t$

A,29 Kundenzufriedenheit$_t$ []
= F_{GRAPH}(Verfügbarkeitsindex$_t$)

A,30 Bedarf gesamt$_t$ [h/Monat]
= Bestellung Wartungsleistung$_t$ + Bedarf Installationszeit$_t$

A,31 Produktivzeit gesamt$_t$ [h/Monat]
= Wartungsleistung$_t$ + Installationszeit$_t$

A,32 Serviceauslastung$_t$ []
= Produktivzeit gesamt$_t$ / Kapazität verfügbar$_t$

A,33 Maschinenumsatz$_t$ [Euro/Monat]
= Installation$_t$ * Produktpreis$_t$

A,34 Preis Servicestunde$_t$ [Euro/h]
= F_{GRAPH}(Zeit$_t$)

A,35 Serviceumsatz$_t$ [Euro/Monat]
= Wartungsleistung$_t$ * Preis Servicestunde$_t$

A,36 P-kostensatz Anwärter$_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]
= F_{GRAPH}(Zeit$_t$)

A,37 P-kostensatz Techniker$_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]
= F_{GRAPH}(Zeit$_t$)

A,38 Personalkosten Anwärter$_t$ [Euro/Monat]
= P-kostensatz Anwärter$_t$ * Anwärter$_t$

A,39 Personalkosten Techniker$_t$ [Euro/Monat]
= P-kostensatz Techniker$_t$ * Techniker$_t$

L,22 Kum FuE-Zeit$_t$ [h]
= Kum FuE-Zeit$_{t-1}$
+ FuE-Zeit$_t$

A,40 Produktnutzen$_t$ []
= F_{GRAPH}(kum FuE-Zeit$_t$)

L,23 FuE-Personal$_t$ [Mitarbeiter]
= FuE-Personal$_{t-1}$
+ Einstellung FuE$_t$
- Kündigung FuE$_t$

C,23 FuE-MA Produktivzeit$_t$ [h/Mitarbeiter/Monat]

R,40 FuE-Zeit$_t$ [h/Monat]
= FuE-Personal$_t$ * FuE-MA Produktivzeit$_t$

A,41 FuE-Einstellquote$_t$ [1/Monat]
= F_{GRAPH}(Zeit$_t$)

R,41 Einstellung FuE$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
=IF(FuE-Einstellquote$_t$ > 0; FuE-Einstellquote$_t$ * FuE-Personal$_t$; 0)

R,42 Kündigung FuE$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
=IF(FuE-Einstellquote$_t$ > 0; 0; (-1) * FuE-Einstellquote$_t$ * FuE-Personal$_t$)

A,43 P-kostensatz$_t$ FuE-Mitarbeiter$_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]
= F_{GRAPH}(Zeit$_t$)

A,44 Personalkosten FuE-Personal$_t$ [Euro/Monat]
= P-kostensatz$_t$ FuE-Mitarbeiter$_t$ * FuE-Personal$_t$

A,45 Preiserhöhung$_t$ [1/Monat]
= F_{GRAPH}(Produktnutzen$_t$)

C,24 Referenzpreis$_t$ [Euro/Produkt]

A,46 Preisverfall$_t$ [1/Monat]
= F_{GRAPH}(Zeit$_t$)

A,47 Produktpreis$_t$ [Euro/Produkt]
= Referenzpreis * (1 + Preiserhöhung$_t$ – Preisverfall$_t$)

A,48 Gesamtbelegschaft$_t$ [Mitarbeiter]
= Fertigungspersonal$_t$ + Montagepersonal$_t$ + Anwärter$_t$ + Techniker$_t$ + FuE-Personal$_t$ + Personal IT$_t$ + Personal Vw$_t$+ Personal Pa$_t$

L,24 Verwaltungs-MA$_t$ [Mitarbeiter]
= Verwaltungs-MA$_{t-1}$
+ Einstellung Vw$_t$
- Kündigung Vw$_t$

C,25 Personalrelationssatz$_t$ [Mitarbeiter/Mitarbeiter]

A,49 Abweichung Personalrelation$_t$ [Mitarbeiter]
= Gesamtbelegschaft$_t$ * Personalrelationssatz$_t$ - Verwaltungs-MA$_t$

C,26 Umsatzrelationssatz$_t$ [Mitarbeiter/(Euro/Monat)]

A,50 Abweichung Umsatzrelation$_t$ [Mitarbeiter]
= Maschinenumsatz$_t$ * Umsatzrelationssatz$_t$ - Verwaltungs-MA$_t$

R,43 Einstellung Vw$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
=(IF(Abweichung Personalrelation$_t$ < 0 ; 0; Abweichung Personalrelation$_{t\,t}$) + IF(Abweichung Umsatzrelation$_t$ < 0 ; 0; Abweichung Umsatzrelation$_t$)) / 1[Monat]

R,44 Kündigung Vw$_t$ [Mitarbeiter/Monat]
=(IF(Abweichung Personalrelation$_t$ > 0 ; 0; Abweichung Personalrelation$_t$ *(-1)) + IF(Abweichung Umsatzrelation$_t$ > 0 ; 0; Abweichung Umsatzrelation$_t$ *(-1))) / 1[Monat]

L,25 IT-MA_t [Mitarbeiter]
= IT-MA_{t-1}
+ Einstellung IT_t
- Kündigung IT_t

L,26 Personal-MA_t [Mitarbeiter]
= Personal-MA_{t-1}
+ Einstellung P-MA_t
- Kündigung P-MA_t

C,27 Kapazität IT-MA_t [Mitarbeiter/Monat/Mitarbeiter]

C,28 Kapazität Pa-MA_t [Mitarbeiter/Monat/Mitarbeiter]

A,51 IT-MA-Abweichung$_t$ [Mitarbeiter]
= (Gesamtbelegschaft$_t$ / Kapazität IT-MA_t) /1 [Monat] – IT-MA_t

A,52 Personal-MA-Abweichung$_t$ [Mitarbeiter]
= (Gesamtbelegschaft$_t$ / Kapazität Pa-MA_t) /1 [Monat] – Personal-MA_t

R,45 Einstellung IT_t [Mitarbeiter/Monat]
=IF(IT-MA-Abweichung$_t$ < 0; 0 ; IT-MA-Abweichung$_t$ /1[Monat])

R,46 Einstellungen P-MA_t [Mitarbeiter/Monat]
=IF(Personal-MA-Abweichung$_t$ < 0; 0 ; Personal-MA-Abweichung$_t$ /1[Monat])

R,47 Kündigung IT_t [Mitarbeiter/Monat]
=IF(IT-MA-Abweichung$_t$ > 0; 0 ; IT-MA-Abweichung$_t$ / (-1)[Monat])

R,48 Kündigungen P-MA_t [Mitarbeiter/Monat]
=IF(Personal-MA-Abweichung$_t$ > 0; 0 ; Personal-MA-Abweichung$_t$ / (-1)[Monat])

L,27 Rechner$_t$ [Rechner]
= Rechner$_{t-1}$
+ Beschaffung Rechner$_t$
- Verschrottung Rechner$_t$

C,29 Rechnerbedarf$_t$ [Rechner/Mitarbeiter]

A,53 Abweichung Rechner$_t$ [Rechner]
= Gesamtbelegschaft$_t$ * Rechnerbedarf$_t$ - Rechner$_t$

R,49 Beschaffung Rechner$_t$ [Rechner/Monat]
=IF(Abweichung Rechner$_t$ < 0; 0 ; Abweichung Rechner$_t$ /1[Monat])

C,30 Nutzungsdauer Rechner$_t$ [Monat]

R,50 Verschrottung Rechner$_t$ [Rechner/Monat]
= Rechner$_t$ / Nutzungsdauer Rechner$_t$

L,28 Fläche$_t$ [qm]
= Fläche$_{t-1}$
+ Anmietung$_t$
- Abmietung$_t$

C,31 Flächenbedarf$_t$ [qm/Mitarbeiter]

A,54 Abweichung $Fläche_t$ [qm]
= $Gesamtbelegschaft_t$ * $Flächenbedarf_t$ - $Fläche_t$

C,32 $Toleranzschwelle_t$ [qm]

R,51 $Anmietung_t$ [qm/Monat]
=IF(Abweichung $Fläche_t$ > $Toleranzschwelle_t$;
Abweichung $Fläche_t$; 0) / 1[Monat]

R,52 $Abmietung_t$ [qm/Monat]
=IF(Abweichung $Fläche_t$ > - $Toleranzschwelle_t$;
Abweichung $Fläche_t$* (-1) ; 0) / 1[Monat]

A,55 P-kostensatz Verwaltungs-MA_t [Euro/Mitarbeiter/Monat]
= $F_{GRAPH}(Zeit_t)$

A,56 Personalkosten Verwaltungs-MA_t [Euro/Monat]
= P-kostensatz Verwaltungs-MA_t * Verwaltungs-MA_t

A,57 P-kostensatz IT-MA_t [Euro/Mitarbeiter/Monat]
= $F_{GRAPH}(Zeit_t)$

A,58 Personalkosten IT-MA_t [Euro/Monat]
= P-kostensatz IT-MA_t * IT-MA_t

A,59 P-kostensatz Personal-MA_t [Euro/Mitarbeiter/Monat]
= $F_{GRAPH}(Zeit_t)$

A,60 Personalkosten Personal-MA_t [Euro/Monat]
= P-kostensatz Personal-MA_t * Personal-MA_t

C,33 $Marketingquote_t$ [Euro/Mitarbeiter/Monat]

A,61 $Marketingkosten_t$ [Euro/Monat]
= $Marketingquote_t$ * Verwaltungs-MA_t

A,62 Preis $Rechner_t$ [Euro/Rechner]
= $F_{GRAPH}(Zeit_t)$

R,53 Investition $Rechner_t$ [Euro/Monat]
= Beschaffung $Rechner_t$ * Preis $Rechner_t$

L,29 Anlagevermögen $Rechner_t$ [Euro]
= Anlagevermögen $Rechner_{t-1}$
+ Investition $Rechner_t$
- Abschreibung $Rechner_t$

R,54 Abschreibung $Rechner_t$ [Euro/Monat]
= Anlagevermögen $Rechner_t$ / Nutzungsdauer $Rechner_t$

A,63 $Mietkostensatz_t$ [Euro/qm/Monat]
= $F_{GRAPH}(Zeit_t)$

A,64 $Mietkosten_t$ [Euro/Monat]
= $Fläche_t$ * $Mietkostensatz_t$

A,65 Summe $Umsatz_t$ [Euro/Monat]
= $Maschinenumsatz_t$ + $Serviceumsatz_t$

A,66 Summe $Personalkosten_t$ [Euro/Monat]
= Personalkosten $Fertigung_t$ + Personalkosten $Montage_t$ + Personalkosten IT-MA_t + Personalkosten Personal-MA_t + Personalkosten Verwaltungs-MA_t + Personalkosten $Anwärter_t$ + Personalkosten FuE-$Personal_t$ + Personalkosten $Techniker_t$

A,67	Summe Abschreibungen$_t$ = Abschreibungen Fertigung$_t$ + Abschreibung Montage$_t$ + Abschreibung Rechner$_t$	[Euro/Monat]
A,68	Summe sonstige Kosten$_t$ = Marketingkosten$_t$ + Mietkosten$_t$	[Euro/Monat]
A,69	Bestandserhöhung$_t$ = Erhöhung Halbfertigbestände$_t$ + Erhöhung Fertigbestände$_t$	[Euro/Monat]
A,70	Gewinn$_t$ = Summe Umsatz$_t$ + Bestandserhöhung$_t$ – Bestandsminderung$_t$ - Summe Personalkosten$_t$ – Summe Abschreibungen$_t$ - Summe sonstige Kosten$_t$ - Materialaufwand$_t$	[Euro/Monat]
A,71	Cash-flow$_t$ = Gewinn$_t$ + Summe Abschreibungen$_t$ + Bestandsminderung$_t$ - Bestandserhöhung$_t$	[Euro/Monat]
A,72	Umsatzrendite$_t$ = Gewinn$_t$ / Summe Umsatz$_t$	[]
A,73	Summe AV$_t$ = Anlagevermögen Fertigung$_t$ + Anlagevermögen Montage$_t$ + Anlagevermögen Rechner$_t$	[Euro]
A,74	Summe UV$_t$ = Umlaufvermögen Halbfertige Produkte$_t$ + Umlaufvermögen Fertige Produkte$_t$ + Umlaufvermögen Material$_t$	[Euro]
A,75	Summe Gesamtproduktivkapital$_t$ = Summe AV$_t$ + Summe UV$_t$	[Euro]
A,76	Kapitalrendite$_t$ = Gewinn$_t$ / (Summe Gesamtproduktivkapital$_t$ * 1[Monat])	[]
A,77	Summe Investition$_t$ = Investition Fertigung$_t$ + Investition Montage$_t$ + Investition Rechner$_t$	[Euro/Monat]
A,78	Investitionsintensität$_t$ = Summe Investition$_t$ / Summe AV$_t$	[1/Monat]

Anhang 2: Definition Basisszenario

Es wird zur Festlegung des Basisszenarios im Marktsektor angenommen, daß sich das *Gesamtmarktvolumen* zu Beginn der Simulation auf 450 [Produkte/Monat] beläuft. Zudem beträgt die Zahl der *Kunden vor Erstkauf* 130 [Kunden]. Die Kunden des Unternehmens sollen zum Startpunkt 2.500 [Kunden], die des Wettbewerbs 7500 [Kunden] betragen. Zur Modellierung wurden einige GRAPH-Funktionen verwendet. Diese werden in der Powersim-Notation gezeigt. Für die *Marktentwicklung* im Basisszenario gilt als Annahme folgender funktionaler Zusammenhang über die Zeit.[1]

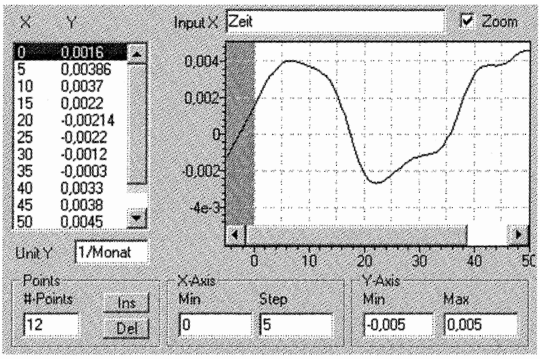


Abb. A2.1. Marktentwicklung (Y) in Abh. der Zeit (X)

Es gilt ein schwankender Verlauf. Zunächst erfolgt ein Wachstum mit positiven prozentualen Zuwachsraten, anschließend ist die Entwicklung rückläufig bis zu einem schrumpfenden Markt ab Periode 17. Im Fortgang tritt ab Periode 36 wiederum Wachstum auf, worauf die Änderung des Marktvolumens erneut positiv wird. Eine schwankende Nachfrage ist in der Unternehmenspraxis häufig anzutreffen und daher von Interesse für den Unternehmenserfolg. Als Ursache können saisonale oder konjunkturelle Entwicklungen in Betracht kommen.

Die Zahl der in Abhängigkeit der *Marktentwicklung* neu auf den Markt eintretenden *Neukunden gesamt* wird im folgenden bestimmt. Der *Schwellwert* für eintretende bzw. den Markt verlassende Kunden beträgt 0,001 [1/Monat]. Ist der

---

[1] Auch ZAHN beschreibt GRAPH-Funktionen durch deren Abbildung: Zahn, E. (1971, S.100).

Wert der monatlichen *Marktentwicklung* größer, treten neue Kunden ein. Deren Zahl ergibt sich mit Hilfe der Größe *Neukundenquote*. Sie soll bei konstant 0,05 [1/Monat] liegen. Außerdem wird mit diesem Wert die Zahl der den Markt verlassenden Kunden bestimmt. Fällt die *Marktentwicklung* unter -0,001 [1/Monat], verlassen Kunden des Unternehmens und des Wettbewerbs den Markt. Der genaue Wert bestimmt sich mit der Größe *Austrittsquote*, die konstant ist und im Basisszenario 0,04 [1/Monat] beträgt.

Zur Berechnung der Wanderungsbewegungen wird eine Prozentzahl aus mehreren Summanden gebildet, wobei mehrere GRAPH-Funktionen in Kombination eingesetzt werden. Für *Neukunden des U* wird unterstellt, daß sich unabhängig von anderen Einflußgrößen immer 10 % der auftretenden Neukunden für das Produkt des Modellunternehmens entscheiden. Daher wird der *Basissatz NdU* auf 0,1 [1 / Monat] festgelegt. Die weiteren Prozentsätze ermitteln sich unter Verwendung der Einflußgrößen *Produktpreis*, *Produktnutzen* und *Marketingkosten* mit folgenden GRAPH-Funktionen.

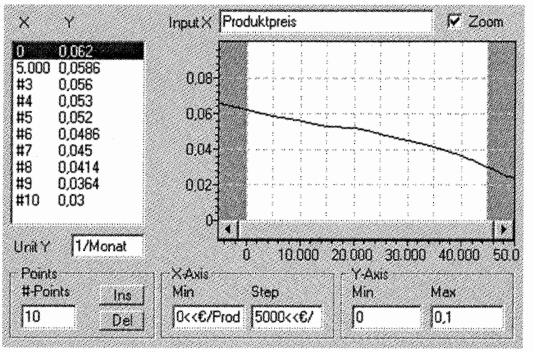


Abb. A2.2. Prozentualer Effekt (Y) auf Neukunden des U in Abh. von Produktpreis

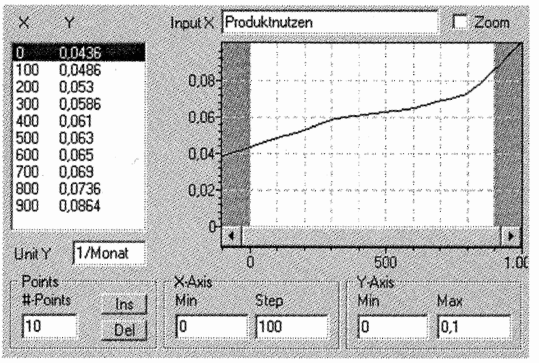


Abb. A2.3. Prozentualer Effekt (Y) auf Neukunden des U in Abh. von Produktnutzen

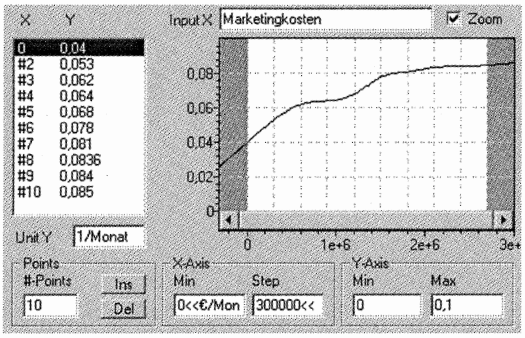


Abb. A2.4. Prozentualer Effekt (Y) auf Neukunden des U in Abh. von Marketingkosten

Für den vom *Produktpreis* bestimmten Prozentsatz an gewonnenen Kunden wird ein homogen fallender Verlauf unterstellt. Je höher der *Produktpreis* wird, desto geringer ist der graphisch zugeordnete Prozentwert, der bei der Gewinnung der auftretenden Neukunden berücksichtigt wird. Im Gegensatz dazu korreliert der dem *Produktnutzen* zugeordnete Prozentsatz positiv mit dessen Entwicklung. Je höher das Niveau des *Produktnutzens* wird, desto höher ist der Prozentsatz, der bei der Gewinnung der Neukunden wirkt. In ähnlicher Art und Weise reagieren die auftretenden Neukunden auf die Veränderung der *Marketingkosten.* Allerdings wird unterstellt, daß die Wirkung der *Marketingkosten* auf den Prozentsatz begrenzt ist.

Analog werden zusätzlich zu einem unveränderlichen *Basissatz Wanderung*, welcher 0,05 [1 / Monat] beträgt, durch die Kombination von GRAPH-Funktionen quantitativ die Wirkungen der bekannten Einflußgrößen auf *Zuwanderung* und *Abwanderung* abgebildet. Für die Gleichung der *Zuwanderung* erfolgt eine Verwendung der gleichen Größen mit ähnlichen Wirkungen auf den Prozentsatz wie bei der bereits erläuterten Größe *Neukunden des U*, da die dahinterstehenden kausalen Wirkbeziehungen zur Gewinnung von Kunden des Wettbewerbs identisch sind.

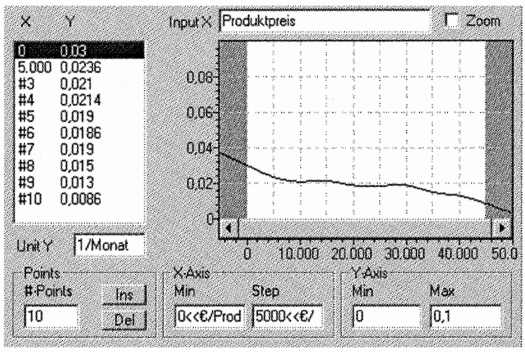


Abb. A2.5. Prozentualer Effekt (Y) auf Zuwanderung in Abh. von Produktpreis

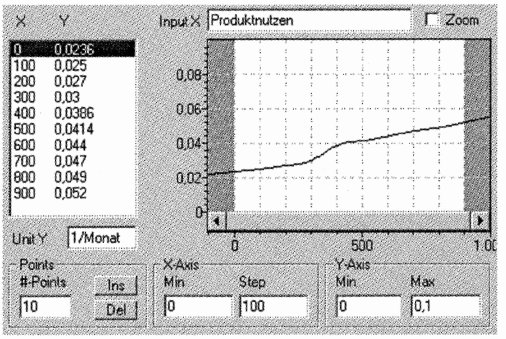


Abb. A2.6. Prozentualer Effekt (Y) auf Zuwanderung in Abh. von Produktnutzen

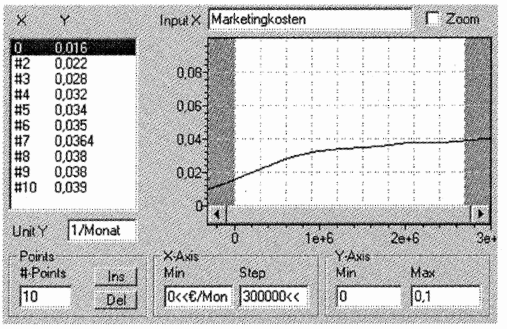


Abb. A2.7. Prozentualer Effekt (Y) auf Zuwanderung in Abh. von Marketingkosten

Auf die *Abwanderung* wirken *Produktpreis* und *Produktnutzen*. Bei steigendem *Produktpreis* steigt der Prozentwert zur Berechnung der *Abwanderung*. Es wandert eine höhere Zahl eigener Kunden ab. Für einen steigenden *Produktnutzen* ergibt sich jedoch eine Verringerung des korrespondierenden Prozentsatzes. Es wandern in diesem Fall immer weniger Kunden ab.

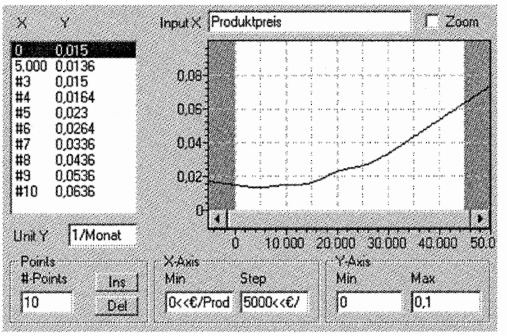


Abb. A2.8. Prozentualer Effekt (Y) auf Abwanderung in Abh. von Produktpreis

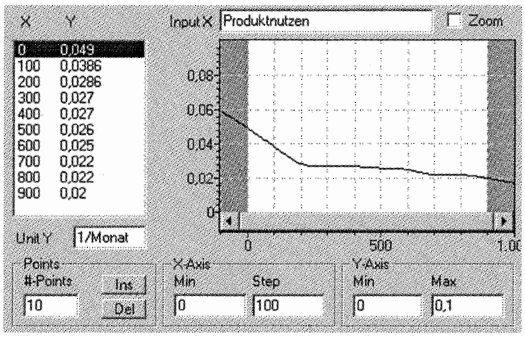


Abb. A2.9. Prozentualer Effekt (Y) auf Abwanderung in Abh. von Produktnutzen

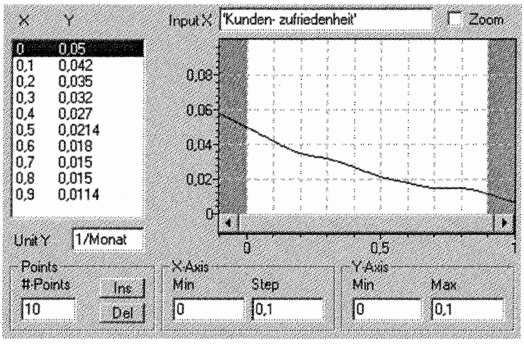


Abb. A2.10. Prozentualer Effekt (Y) auf Abwanderung in Abh. von Kundenzufriedenheit

Anstatt der *Marketingkosten* tritt bei der Berechnung der *Abwanderung* die *Kundenzufriedenheit* als Einflußgröße auf. Sie beeinflußt analog dem *Produktnutzen* die Prozentzahl der *Abwanderung* negativ. Wenn die *Kundenzufriedenheit* steigt, wandert eine geringere Prozentzahl Kunden ab. Schließlich wirkt auch bei der Ermittlung der Größe *Abwanderung* der *Basissatz Wanderung*. Der Anteil der Kunden, der in jedem Fall zum Wettbewerb abwandert, beträgt 0,05 [1/Monat].

Im Produktionssektor werden die Anfangsbestände an Werkzeug, an Personal und die entsprechenden Produktionsstände angenommen. Es existieren 80 Stück Fertigungswerkzeuge [Fwkzg] sowie 20 Stück Montagewerkzeuge [Mwkzg]. Weiterhin sind in der Fertigung zu Simulationsbeginn 35 [Mitarbeiter] und in der Montage 70 [Mitarbeiter] beschäftigt. Es befinden sich Bestellungen für 145 [Produkte] im Bestellbestand, 160 [Produkte] sind nach dem Fertigungsprozeß bereits halbfertig und 150 fertige [Produkte] wurden bereits komplettiert. Im Materiallager befinden sich zum Startpunkt der Basissimulation 600 [t] Material. Die im Produktionsmodell verwendeten Konstanten werden in der folgenden Tabelle als weitere Größen zur Bestimmung des Basisszenarios zusammengefaßt.

Tabelle A2.1. Übersicht Konstante im Produktionsmodell

C,6	Materialanteil$_t$	[t/Produkte]	4
C,7	Kapazität Fwkzg$_t$	[Produkte/Fwkzg/Monat]	2
C,8	Kapazität Mwkzg$_t$	[Produkte/Mwkzg/Monat]	8
C,9	Nutzungsdauer Fwkzg$_t$	[Monat]	36
C,10	Nutzungsdauer Mwkzg$_t$	[Monat]	18
C,11	Kapazität F-personal$_t$	[Produkte/Mitarbeiter/Monat]	4
C,12	Kapazität M-personal$_t$	[Produkte/Mitarbeiter/Monat]	2
C,13	Verzug Kündigung$_t$	[Monat]	1

Analog werden für das Wertmodell des Produktionsbereichs die monetären Anfangsbestände angenommen. Das in Fertigungswerkzeugen gebundene Anlagevermögen beträgt zu Simulationsbeginn 400.000 [Euro]. Der Wert der Montagewerkzeuge beläuft sich auf 150.000 [Euro]. Die Bewertung der bereits vorhandenen halbfertigen und fertigen Produkte sowie des gelagerten Materials ist ebenfalls mit einem Initialwert im Basisszenario festgelegt. Die halbfertigen Produkten haben einen Wert von 1.760.000 [Euro], die fertigen Produkte einen Wert von 1.850.000 [Euro]. Der Wert des gelagerten Materials beträgt 3.000.000 [Euro]. Die Preise der Werkzeuge bleiben für den Simulationszeitraum im Modellunternehmen konstant.

Tabelle A2.2. Übersicht Konstante im Wertmodell der Produktion

C,14	Preis Fwkzg$_t$	[Euro/Fwkzg]	10000
C,15	Preis Mwkzg$_t$	[Euro/Mwkzg]	15000

Auch im Wertmodell des Produktionssektors wurden GRAPH-Funktionen eingesetzt, um eine beliebig angenommene zeitliche Entwicklung der Personalkostensätze in Fertigung und Montage sowie eine Preisentwicklung des benötigten Materials modellieren zu können.

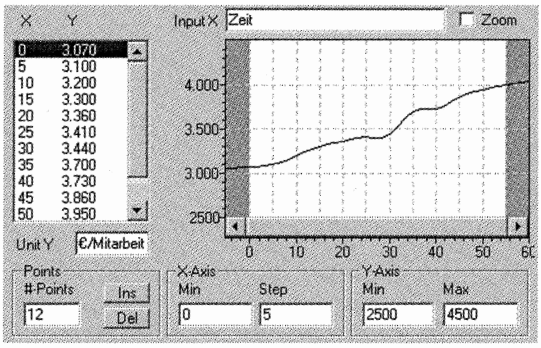


Abb. A2.11. P-kostensatz Fertigung (Y) in Abh. der Zeit (X)

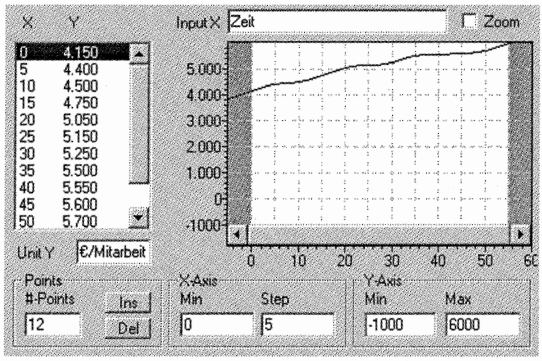


Abb. A2.12. P-kostensatz Montage (Y) in Abh. der Zeit (X)

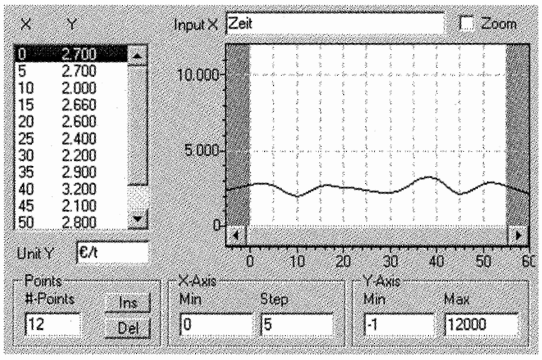


Abb. A2.13. Preis Material (Y) in Abh. der Zeit (X)

Während bei den Personalkostensätzen für Fertigung und Montage von einer steten Steigerung ausgegangen wird, gilt für den Materialpreis im Basisszenario ein schwankender Verlauf.[2]

Im Servicebereich befinden sich zu Simulationsbeginn 12 Anwärter [Mitarbeiter] in Ausbildung, außerdem werden 45 Techniker [Mitarbeiter] beschäftigt. Es sind 6.000 [Produkte] in Betrieb, aus denen sich ein aktueller Auftragsbestand für Wartung von 3000 [h] ergibt. Des weiteren existieren Konstanten im Servicemodell, deren genauerer Wert im Basisszenario sich aus der folgenden Tabelle ablesen läßt.

Tabelle A2.3. Übersicht Konstante im Servicemodell

C,16	Normalarbeitszeit$_t$	[h/Mitarbeiter/Monat]	160
C,17	Technikerproduktivität$_t$	[]	0,8
C,18	Ausbildungsdauer$_t$	[Monat]	12
C,19	Verweildauer$_t$	[Monat]	60
C,20	Installationsdauer$_t$	[h/Produkte]	10
C,21	Produktlebensdauer$_t$	[Monat]	60
C,22	Wartungsbedarf$_t$	[h/Produkte/Monat]	0,5

Innerhalb des Wertmodells für den Servicebereich werden drei GRAPH-Funktionen eingesetzt, um sowohl die angenommene Entwicklung der Personalkostensätze für Serviceanwärter und Techniker als auch die zeitliche Entwicklung des Preises einer Servicestunde modellieren zu können.

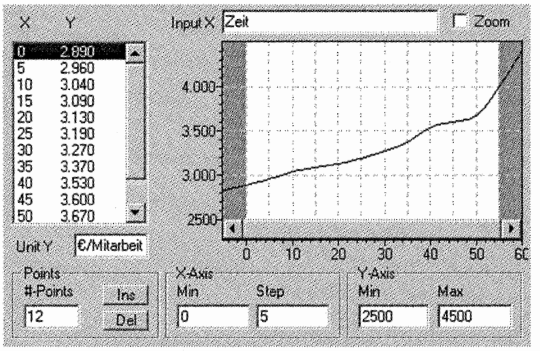


Abb. A2.14. P-kostensatz Anwärter (Y) in Abh. der Zeit (X)

[2] Stetig steigende Personalkosten sind in Realität durch periodisch vorgenommene Tariferhöhungen regelmäßig anzutreffen und Materialpreisschwankungen treten ebenfalls häufig durch schwankende Weltmarktpreise oder Wechselkursänderungen auf.

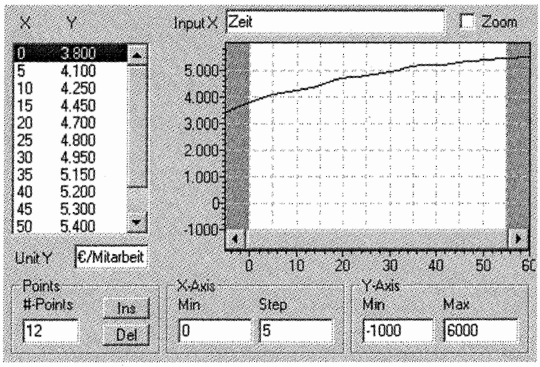


Abb. A2.15. P-kostensatz Techniker (Y) in Abh. der Zeit (X)

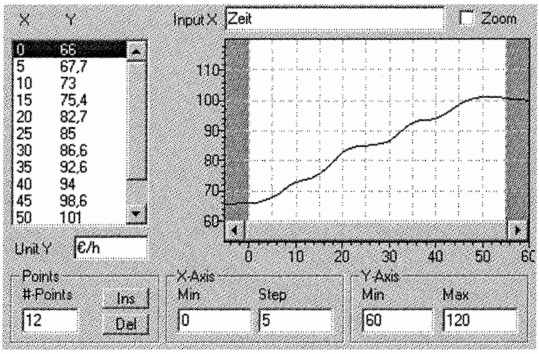


Abb. A2.16. Preis Servicestunde (Y) in Abh. der Zeit (X)

Bei den Personalkostensätzen wird erneut von einer steigenden Entwicklung ausgegangen, gleiches gilt für den Preis einer Servicestunde. Im Modellunternehmen werden periodisch Preiserhöhungen vorgenommen, ohne daß dies Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit oder andere kritische Größen hätte.

Für den FuE-Bereich wird als Anfangsbestand 100 [Mitarbeiter] angenommen. Daneben bildet die *FuE-Einstellquote* eine weitere festzusetzende Größe. Sie kann als Ausdruck der angenommenen FuE-Einstellpolitik interpretiert werden.

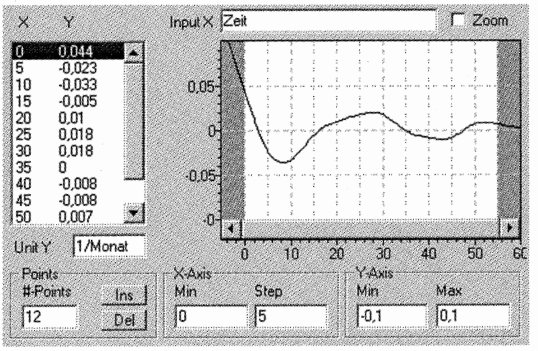


Abb. A2.17. FuE-Einstellquote (Y) in Abh. der Zeit (X)

Ist der Wert größer Null, erfolgt ein prozentualer Aufbau an FuE-Personal, im negativen Fall wird in der sich ergebenden Höhe Personal abgebaut. Generell ist im Basisszenario die Personalstandsentwicklung im FuE-Bereich von geringer Dynamik geprägt.

Die Mitarbeiterproduktivzeit beträgt konstant 100 [h/Mitarbeiter/Monat], das zu Beginn der Simulation erreichte kumulierte FuE-Zeit-Niveau liegt bei 300.000 [h]. Mit einer weiteren GRAPH-Funktion läßt sich der Produktnutzen zuordnen.

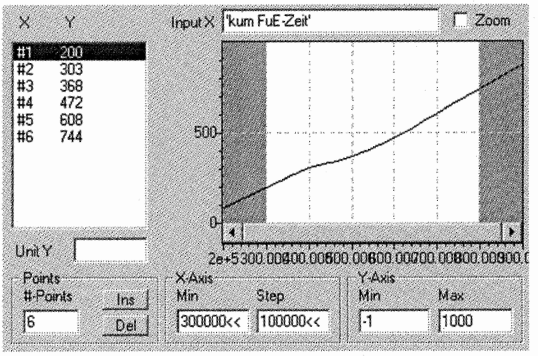


Abb. A2.18. Produktnutzen (Y) in Abh. der kum. FuE-Zeit (X)

Der *Referenzpreis* als Größe im Wertmodell des FuE-Bereichs beträgt für das hergestellte Produkt konstant 35.000 [Euro]. Die Änderungen werden erneut mittels GRAPH-Funktionen abgebildet.

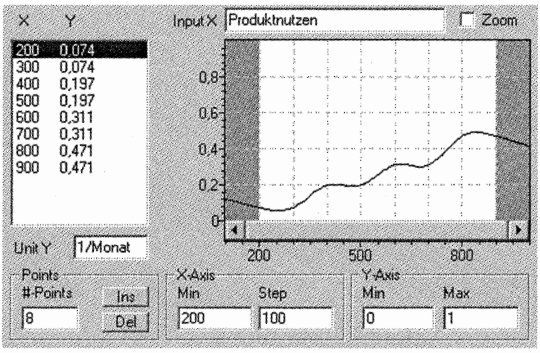


Abb. A2.19. Preiserhöhung (Y) in Abh. des Produktnutzen (X)

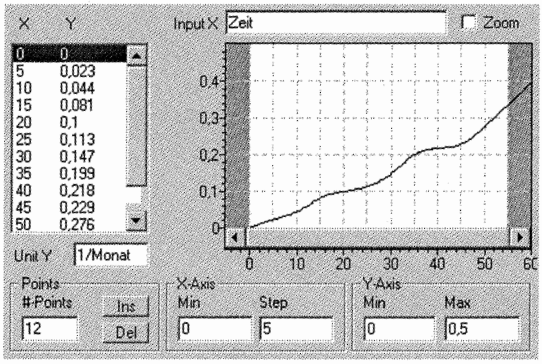


Abb. A2.20. Preisverfall (Y) in Abh. der Zeit (X)

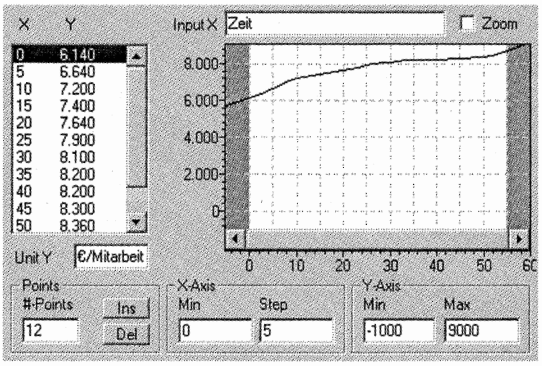


Abb. A2.21. P-kostensatz FuE-Mitarbeiter (Y) in Abh. der Zeit (X)

Der Prozentsatz der Preiserhöhung zeigt in Abhängigkeit vom erreichen Produktnutzen einen unregelmäßig wachsenden Verlauf. Dies kann als Ausdruck einer jeweils neuen Produktgeneration interpretiert werden, mit deren Einführung eine Preiserhöhung möglich wird. Der auf den *Referenzpreis* bezogene generelle Preisverfall steigt jedoch gleichmäßig über den Simulationszeitraum. Zudem wurde graphisch die angenommene Steigerung des Personalkostensatzes im FuE-Bereich abgebildet.

Auch für den Verwaltungsbereich sind Werte im Basisszenario festzusetzen. Zu Simulationsbeginn belegt das Unternehmen eine Fläche von 6.000 [qm], in der allgemeinen Verwaltung sind 12 [Mitarbeiter], im IT-Bereich 6 [Mitarbeiter] und in der Personalabteilung 8 [Mitarbeiter] beschäftigt. Der Rechnerbestand beträgt 420 Stück [Rechner]. Die Werte für die Konstanten im Verwaltungsmodell werden aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle A2.4. Übersicht Konstante im Verwaltungsmodell

C,25	Personalrelationssatz$_t$	[Mitarbeiter/Mitarbeiter]	0,05
C,26	Umsatzrelationssatz$_t$	[Mitarbeiter/(Euro/Monat)]	1/500000
C,27	Kapazität IT-MA$_t$	[Mitarbeiter/Monat/Mitarbeiter]	50
C,28	Kapazität Pa-MA$_t$	[Mitarbeiter/Monat/Mitarbeiter]	35
C,29	Rechnerbedarf$_t$	[Rechner/Mitarbeiter]	2
C,30	Nutzungsdauer Rechner$_t$	[Monat]	36
C,31	Flächenbedarf$_t$	[qm/Mitarbeiter]	30
C,32	Toleranzschwelle$_t$	[qm]	500

Die monetäre Bewertung erfolgt im Wertmodell. Der Anfangsbestand an Anlagevermögen für die Rechner beträgt 525.000 [Euro]. Für die Größen *Preis Rechner* und *Mietkostensatz* wird erneut der Einsatz jeweils einer GRAPH-Funktion notwendig, um die angenommenen Entwicklungen in Abhängigkeit von der Zeit abzubilden.

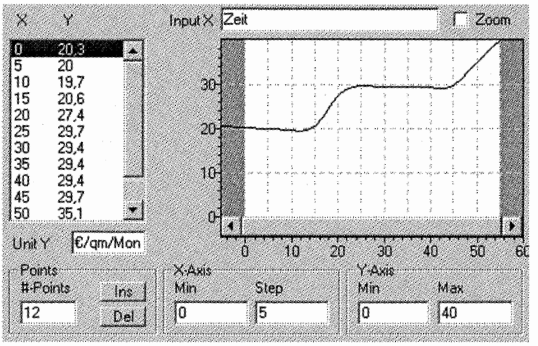


Abb. A2.22. Mietkostensatz (Y) in Abh. der Zeit (X)

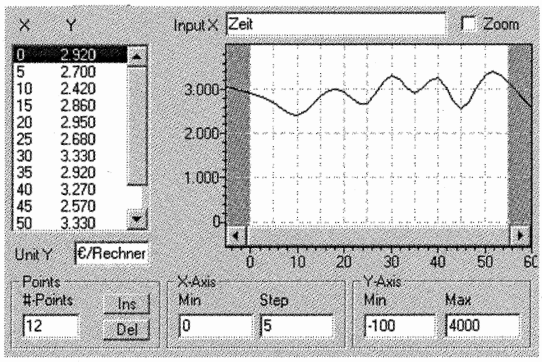


Abb. A2.23. Preis Rechner(Y) in Abh. der Zeit (X)

Während der *Mietkostensatz* in den ersten Simulationsperioden konstant ist, steigt er im Fortgang auf ein höheres Niveau. Die Entwicklung des Einkaufspreises für Rechner schwankt während des Simulationszeitraums um 3.000 [Euro/Rechner].[3]

Die Entwicklung der im Wertmodell der Verwaltung angenommenen Personalkostensätze wird in den folgenden Abbildungen gezeigt.

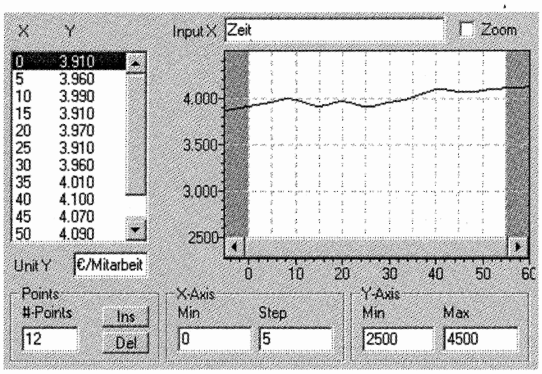


Abb. A2.24. P-kostensatz Verwaltungs-MA (Y) in Abh. der Zeit (X)

[3] Die angenommene Mietkostensteigerung in gewissen Intervallen ist realitätsnah, gleiches gilt für die Entwicklung des Rechnerpreises. Dieser bleibt auf einem konstanten Niveau, dies ist Ergebnis stetig zunehmender Leistung und permanentem Preisverfall.

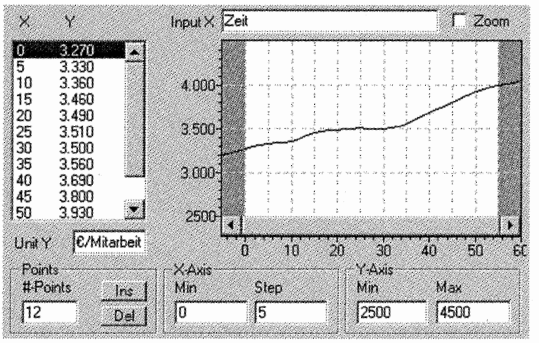


Abb. A2.25. P-kostensatz IT-MA (Y) in Abh. der Zeit (X)

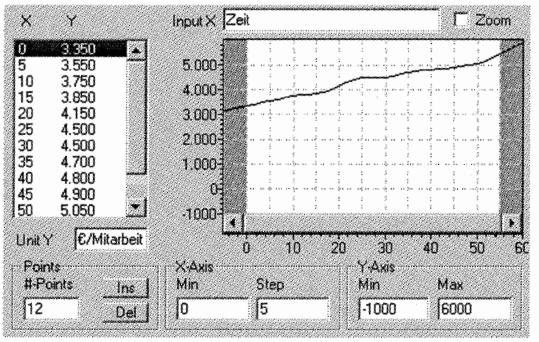
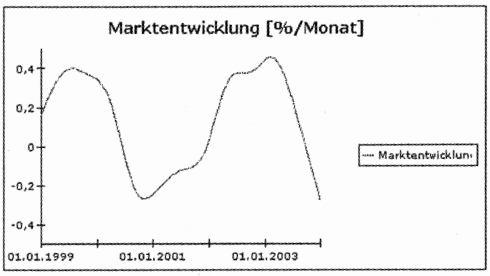


Abb. A2.26. P-kostensatz Personal-MA (Y) in Abh. der Zeit (X)

Abschließend wird mit der *Marketingquote* die letzte Größe zur Bestimmung des Basisszenarios festgelegt. Sie beträgt 100.000 [Euro/Mitarbeiter/Monat].

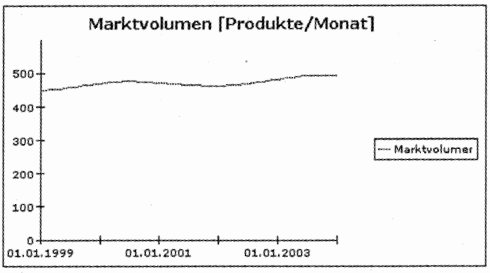
Anhang 3: Detailergebnisse Basisszenario



Basisszenario: Marktentwicklung

Zeit	Marktentwicklung
01.03.2003	0,45 %/Monat
01.04.2003	0,42 %/Monat
01.05.2003	0,37 %/Monat
01.06.2003	0,30 %/Monat
01.07.2003	0,22 %/Monat
01.08.2003	0,14 %/Monat
01.09.2003	0,06 %/Monat
01.10.2003	-0,03 %/Monat
01.11.2003	-0,11 %/Monat
01.12.2003	-0,20 %/Monat
01.01.2004	-0,28 %/Monat

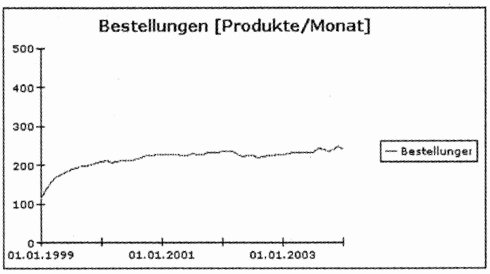
Abb. A3.1. Basisszenario: Marktentwicklung



Basisszenario: Marktvolumen

Zeit	Marktvolumen
01.03.2003	486,00 Produkte/Monat
01.04.2003	488,00 Produkte/Monat
01.05.2003	490,00 Produkte/Monat
01.06.2003	492,00 Produkte/Monat
01.07.2003	493,00 Produkte/Monat
01.08.2003	494,00 Produkte/Monat
01.09.2003	495,00 Produkte/Monat
01.10.2003	495,00 Produkte/Monat
01.11.2003	495,00 Produkte/Monat
01.12.2003	494,00 Produkte/Monat
01.01.2004	493,00 Produkte/Monat

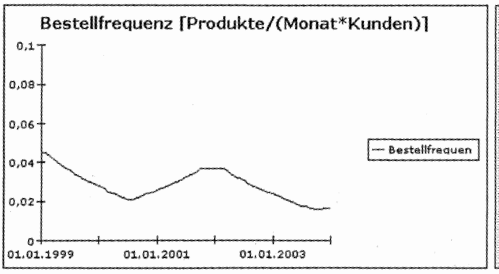
Abb. A3.2. Basisszenario: Marktvolumen



Basisszenario: Bestellungen

Zeit	Bestellungen
01.04.2003	233,00 Produkte/Monat
01.05.2003	233,00 Produkte/Monat
01.06.2003	233,00 Produkte/Monat
01.07.2003	231,00 Produkte/Monat
01.08.2003	242,00 Produkte/Monat
01.09.2003	239,00 Produkte/Monat
01.10.2003	236,00 Produkte/Monat
01.11.2003	240,00 Produkte/Monat
01.12.2003	248,00 Produkte/Monat
01.01.2004	241,00 Produkte/Monat

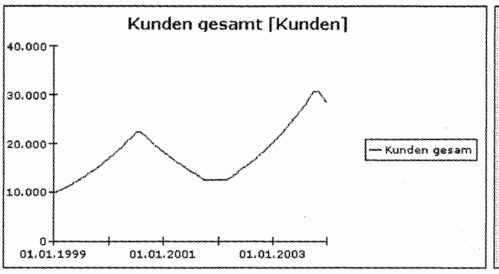
Abb. A3.3. Basisszenario: Bestellungen



Basisszenario: Bestellfrequenz

Zeit	Bestellfrequenz
01.04.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.05.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.06.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.07.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.08.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.09.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.10.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.11.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.12.2003	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)
01.01.2004	0,02 Produkte/(Monat*Kunden)

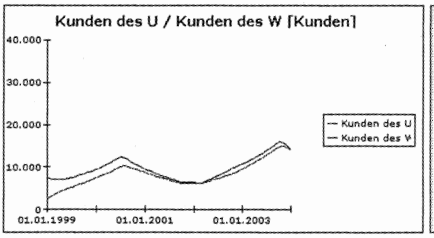
Abb. A3.4. Basisszenario: Bestellfrequenz



Basisszenario: Kunden gesamt

Zeit	Kunden gesamt
01.03.2003	22.190,00 Kunden
01.04.2003	23.249,00 Kunden
01.05.2003	24.359,00 Kunden
01.06.2003	25.521,00 Kunden
01.07.2003	26.739,00 Kunden
01.08.2003	28.015,00 Kunden
01.09.2003	29.352,00 Kunden
01.10.2003	30.753,00 Kunden
01.11.2003	30.753,00 Kunden
01.12.2003	29.522,00 Kunden
01.01.2004	28.241,00 Kunden

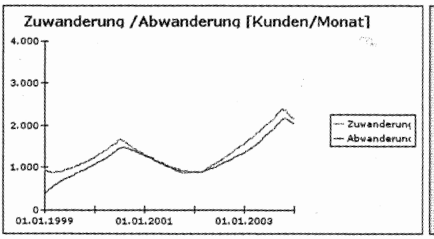
Abb. A3.5. Basisszenario: Kunden gesamt



Basisszenario: Kunden des U / Kunden des W

Zeit	Kunden des U	Kunden des W
01.04.2003	11.087,39 Kunden	12.161,61 Kunden
01.05.2003	11.655,22 Kunden	12.703,78 Kunden
01.06.2003	12.243,78 Kunden	13.277,22 Kunden
01.07.2003	12.834,21 Kunden	13.904,79 Kunden
01.08.2003	13.456,88 Kunden	14.558,12 Kunden
01.09.2003	14.081,98 Kunden	15.270,02 Kunden
01.10.2003	14.752,53 Kunden	16.000,47 Kunden
01.11.2003	15.012,60 Kunden	15.740,40 Kunden
01.12.2003	14.603,86 Kunden	14.918,14 Kunden
01.01.2004	14.149,01 Kunden	14.191,99 Kunden

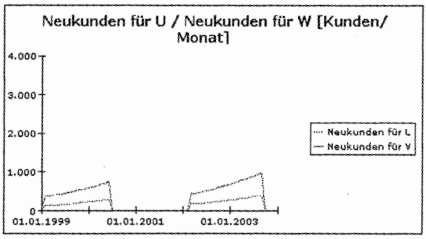
Abb. A3.6. Basisszenario: Kunden des U/Kunden des W



Basisszenario: Zuwanderung / Abwanderung

Zeit	Zuwanderung	Abwanderung
01.03.2003	1.713,13 Kunden/Monat	1.478,00 Kunden/Monat
01.04.2003	1.793,19 Kunden/Monat	1.547,47 Kunden/Monat
01.05.2003	1.882,20 Kunden/Monat	1.631,65 Kunden/Monat
01.06.2003	1.961,75 Kunden/Monat	1.725,15 Kunden/Monat
01.07.2003	2.064,25 Kunden/Monat	1.813,23 Kunden/Monat
01.08.2003	2.153,50 Kunden/Monat	1.916,92 Kunden/Monat
01.09.2003	2.279,48 Kunden/Monat	2.018,50 Kunden/Monat
01.10.2003	2.381,21 Kunden/Monat	2.121,14 Kunden/Monat
01.11.2003	2.355,62 Kunden/Monat	2.163,36 Kunden/Monat
01.12.2003	2.228,18 Kunden/Monat	2.099,03 Kunden/Monat
01.01.2004	2.133,58 Kunden/Monat	2.036,30 Kunden/Monat

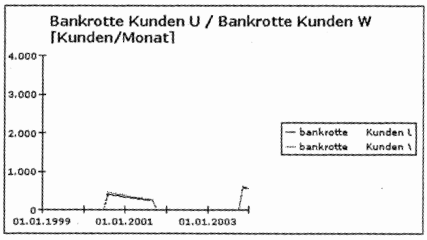
Abb. A3.7. Basisszenario: Zuwanderung/Abwanderung



Basisszenario: Neukunden für U / Neukunden für W

Zeit	Neukunden für U	Neukunden für W
01.05.2003	338,01 Kunden/Monat	823,99 Kunden/Monat
01.06.2003	353,84 Kunden/Monat	864,16 Kunden/Monat
01.07.2003	371,64 Kunden/Monat	904,36 Kunden/Monat
01.08.2003	388,52 Kunden/Monat	948,48 Kunden/Monat
01.09.2003	409,57 Kunden/Monat	991,43 Kunden/Monat
01.10.2003	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat
01.11.2003	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat
01.12.2003	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat
01.01.2004	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat

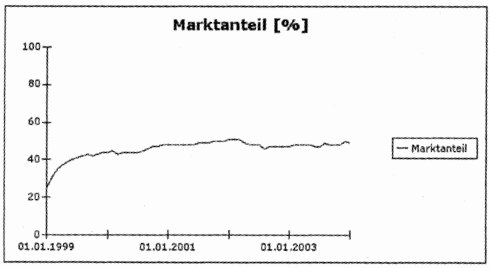
Abb. A3.8. Basisszenario: Neukunden für U/Neukunden für W



Basisszenario: Bankrotte Kunden U / Bankrotte Kunden W

Zeit	bankrotte Kunden U	bankrotte Kunden W
01.06.2003	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat
01.07.2003	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat
01.08.2003	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat
01.09.2003	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat
01.10.2003	0,00 Kunden/Monat	0,00 Kunden/Monat
01.11.2003	601,00 Kunden/Monat	630,00 Kunden/Monat
01.12.2003	584,00 Kunden/Monat	597,00 Kunden/Monat
01.01.2004	566,00 Kunden/Monat	568,00 Kunden/Monat

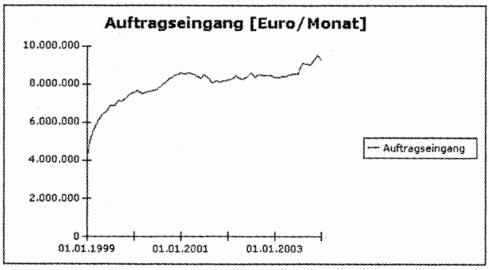
Abb. A3.9. Basisszenario: Bankrotte Kunden U/Bankrotte Kunden W



Basisszenario: Marktanteil

Zeit	Marktanteil
01.02.2003	48.00 %
01.03.2003	48.00 %
01.04.2003	48.00 %
01.05.2003	48.00 %
01.06.2003	47.00 %
01.07.2003	47.00 %
01.08.2003	49.00 %
01.09.2003	48.00 %
01.10.2003	48.00 %
01.11.2003	48.00 %
01.12.2003	50.00 %
01.01.2004	49.00 %

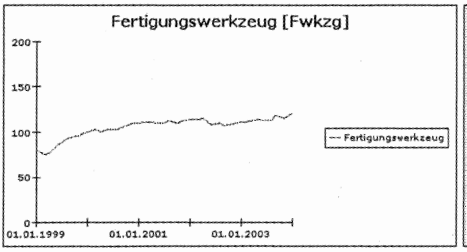
Abb. A3.10. Basisszenario: Marktanteil



Basisszenario: Auftragseingang

Zeit	Auftragseingang
01.02.2003	8.335.430.00 €/Monat
01.03.2003	8.396.080.00 €/Monat
01.04.2003	8.418.057.00 €/Monat
01.05.2003	8.484.229.00 €/Monat
01.06.2003	8.549.003.00 €/Monat
01.07.2003	8.539.146.00 €/Monat
01.08.2003	9.096.780.00 €/Monat
01.09.2003	9.049.257.00 €/Monat
01.10.2003	9.000.332.00 €/Monat
01.11.2003	9.218.400.00 €/Monat
01.12.2003	9.506.832.00 €/Monat
01.01.2004	9.219.937.00 €/Monat

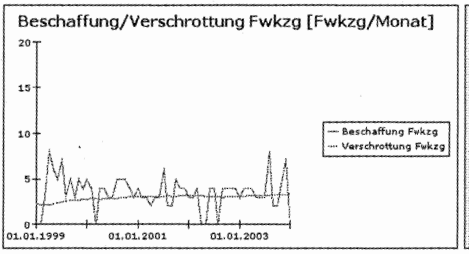
Abb. A3.11. Basisszenario: Auftragseingang



Basisszenario: Fertigungswerkzeug

Zeit	Fertigungswerkzeug
01.03.2003	112,04 Fwkzg
01.04.2003	112,93 Fwkzg
01.05.2003	113,79 Fwkzg
01.06.2003	113,63 Fwkzg
01.07.2003	113,47 Fwkzg
01.08.2003	113,32 Fwkzg
01.09.2003	118,17 Fwkzg
01.10.2003	116,89 Fwkzg
01.11.2003	115,64 Fwkzg
01.12.2003	117,43 Fwkzg
01.01.2004	121,17 Fwkzg

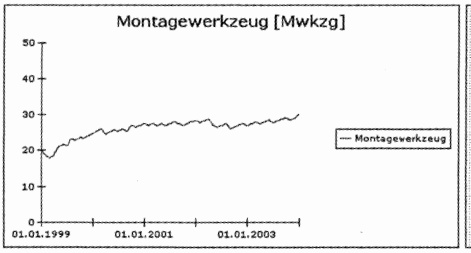
Abb. A3.12. Basisszenario: Fertigungswerkzeug



Basisszenario: Beschaffung/Verschrottung Fwkzg

Zeit	Beschaffung Fwkzg	Verschrottung Fwkz
01.05.2003	3,00 Fwkzg/Monat	3,16 Fwkzg/Monat
01.06.2003	3,00 Fwkzg/Monat	3,16 Fwkzg/Monat
01.07.2003	3,00 Fwkzg/Monat	3,15 Fwkzg/Monat
01.08.2003	8,00 Fwkzg/Monat	3,15 Fwkzg/Monat
01.09.2003	2,00 Fwkzg/Monat	3,28 Fwkzg/Monat
01.10.2003	2,00 Fwkzg/Monat	3,25 Fwkzg/Monat
01.11.2003	5,00 Fwkzg/Monat	3,21 Fwkzg/Monat
01.12.2003	7,00 Fwkzg/Monat	3,26 Fwkzg/Monat
01.01.2004	0,00 Fwkzg/Monat	3,37 Fwkzg/Monat

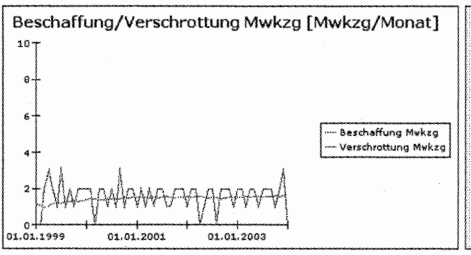
Abb. A3.13. Basisszenario: Beschaffung Fwkzg/Verschrottung Fwkzg



Basisszenario: Montagewerkzeug

Zeit	Montagewerkzeug
01.03.2003	28,03 Mwkzg
01.04.2003	27,48 Mwkzg
01.05.2003	27,95 Mwkzg
01.06.2003	28,40 Mwkzg
01.07.2003	27,82 Mwkzg
01.08.2003	28,27 Mwkzg
01.09.2003	28,70 Mwkzg
01.10.2003	29,11 Mwkzg
01.11.2003	28,49 Mwkzg
01.12.2003	28,91 Mwkzg
01.01.2004	30,30 Mwkzg

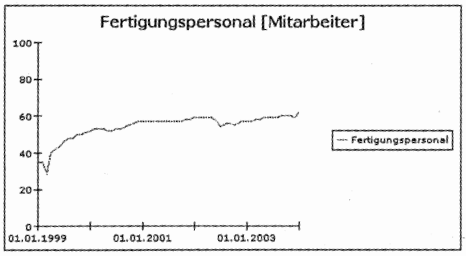
Abb. A3.14. Basisszenario: Montagewerkzeug



Basisszenario: Beschaffung/Verschrottung Mwkzg

Zeit	Beschaffung Mwkzg	Verschrottung Mwkz
01.05.2003	2,00 Mwkzg/Monat	1,55 Mwkzg/Monat
01.06.2003	1,00 Mwkzg/Monat	1,58 Mwkzg/Monat
01.07.2003	2,00 Mwkzg/Monat	1,55 Mwkzg/Monat
01.08.2003	2,00 Mwkzg/Monat	1,57 Mwkzg/Monat
01.09.2003	2,00 Mwkzg/Monat	1,59 Mwkzg/Monat
01.10.2003	1,00 Mwkzg/Monat	1,62 Mwkzg/Monat
01.11.2003	2,00 Mwkzg/Monat	1,58 Mwkzg/Monat
01.12.2003	3,00 Mwkzg/Monat	1,61 Mwkzg/Monat
01.01.2004	0,00 Mwkzg/Monat	1,68 Mwkzg/Monat

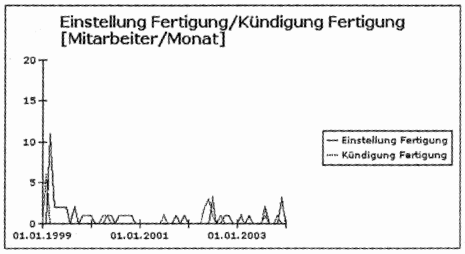
Abb. A3.15. Basisszenario: Beschaffung Mwkzg/Verschrottung Mwkzg



Basisszenario: Fertigungspersonal

Zeit	Fertigungspersonal
01.03.2003	58,00 Mitarbeiter
01.04.2003	58,00 Mitarbeiter
01.05.2003	59,00 Mitarbeiter
01.06.2003	59,00 Mitarbeiter
01.07.2003	59,00 Mitarbeiter
01.08.2003	59,00 Mitarbeiter
01.09.2003	60,00 Mitarbeiter
01.10.2003	60,00 Mitarbeiter
01.11.2003	60,00 Mitarbeiter
01.12.2003	59,00 Mitarbeiter
01.01.2004	62,00 Mitarbeiter

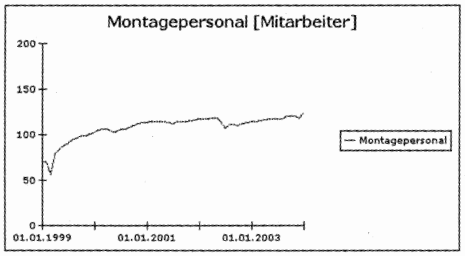
Abb. A3.16. Basisszenario: Fertigungspersonal



Basisszenario: Einstellung Fertigung/ Kündigung Fertigung

Zeit	Einstellung Fertigung	Kündigung Fertigur
01.05.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mon
01.06.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mon
01.07.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mon
01.08.2003	2,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Mon
01.09.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mon
01.10.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mon
01.11.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Mon
01.12.2003	3,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mon
01.01.2004	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mon

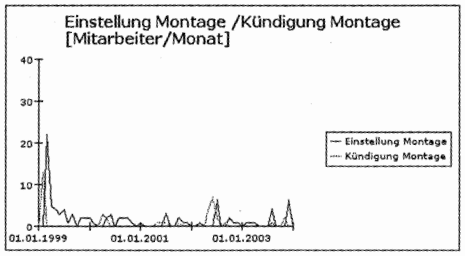
Abb. A3.17. Basisszenario: Einstellung Fertigung/Kündigung Fertigung



Basisszenario: Montagepersonal

Zeit	Montagepersonal
01.03.2003	115,00 Mitarbeiter
01.04.2003	116,00 Mitarbeiter
01.05.2003	117,00 Mitarbeiter
01.06.2003	117,00 Mitarbeiter
01.07.2003	117,00 Mitarbeiter
01.08.2003	117,00 Mitarbeiter
01.09.2003	120,00 Mitarbeiter
01.10.2003	120,00 Mitarbeiter
01.11.2003	120,00 Mitarbeiter
01.12.2003	118,00 Mitarbeiter
01.01.2004	124,00 Mitarbeiter

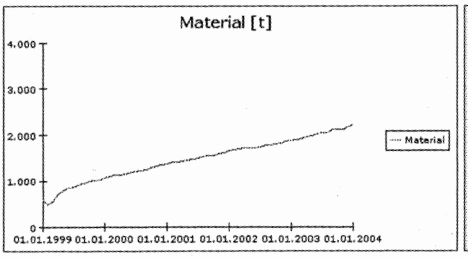
Abb. A3.18. Basisszenario: Montagepersonal



Basisszenario: Einstellung Montage / Kündigung Montage

Zeit	Einstellung Montage	Kündigung Monta
01.05.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mc
01.06.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mc
01.07.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mc
01.08.2003	4,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Mc
01.09.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mc
01.10.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mc
01.11.2003	0,00 Mitarbeiter/Monat	2,00 Mitarbeiter/Mc
01.12.2003	6,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mc
01.01.2004	0,00 Mitarbeiter/Monat	0,00 Mitarbeiter/Mc

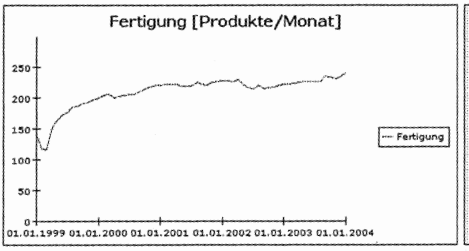
Abb. A3.19. Basisszenario: Einstellung Montage/Kündigung Montage



Basisszenario: Material

Zeit	Material
01.03.2003	1.930,26 t
01.04.2003	1.961,94 t
01.05.2003	1.990,51 t
01.06.2003	2.012,17 t
01.07.2003	2.035,12 t
01.08.2003	2.051,33 t
01.09.2003	2.112,75 t
01.10.2003	2.123,35 t
01.11.2003	2.132,22 t
01.12.2003	2.167,06 t
01.01.2004	2.219,59 t

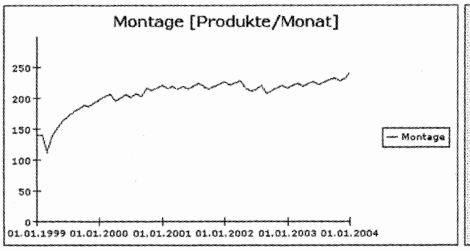
Abb. A3.20. Basisszenario: Material



Basisszenario: Fertigung

Zeit	Fertigung
01.03.2003	224,08 Produkte/Monat
01.04.2003	225,86 Produkte/Monat
01.05.2003	227,58 Produkte/Monat
01.06.2003	227,26 Produkte/Monat
01.07.2003	226,95 Produkte/Monat
01.08.2003	226,64 Produkte/Monat
01.09.2003	236,35 Produkte/Monat
01.10.2003	233,78 Produkte/Monat
01.11.2003	231,29 Produkte/Monat
01.12.2003	234,87 Produkte/Monat
01.01.2004	242,34 Produkte/Monat

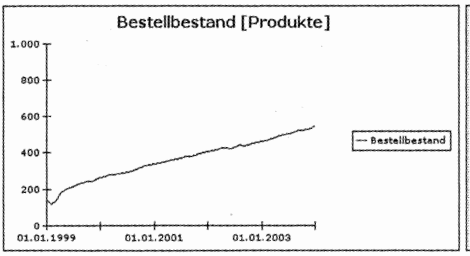
Abb. A3.21. Basisszenario: Fertigung



Basisszenario: Montage

Zeit	Montage
01.03.2003	224,28 Produkte/Monat
01.04.2003	219,82 Produkte/Monat
01.05.2003	223,61 Produkte/Monat
01.06.2003	227,18 Produkte/Monat
01.07.2003	222,56 Produkte/Monat
01.08.2003	226,20 Produkte/Monat
01.09.2003	229,63 Produkte/Monat
01.10.2003	232,87 Produkte/Monat
01.11.2003	227,94 Produkte/Monat
01.12.2003	231,27 Produkte/Monat
01.01.2004	242,42 Produkte/Monat

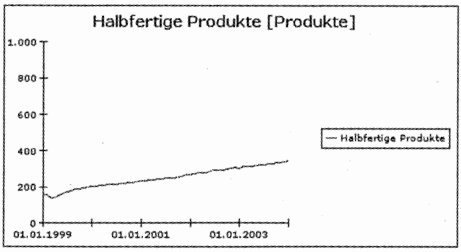
Abb. A3.22. Basisszenario: Montage



Basisszenario: Bestellbestand

Zeit	Bestellbestand
01.03.2003	477,57 Produkte
01.04.2003	485,48 Produkte
01.05.2003	492,63 Produkte
01.06.2003	498,04 Produkte
01.07.2003	503,78 Produkte
01.08.2003	507,83 Produkte
01.09.2003	523,19 Produkte
01.10.2003	525,84 Produkte
01.11.2003	528,05 Produkte
01.12.2003	536,76 Produkte
01.01.2004	549,90 Produkte

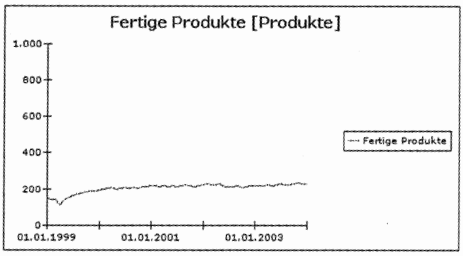
Abb. A3.23. Basisszenario: Bestellbestand



Basisszenario: Halbfertige Produkte

Zeit	Halbfertige Produkte
01.03.2003	313,87 Produkte
01.04.2003	313,67 Produkte
01.05.2003	319,71 Produkte
01.06.2003	323,69 Produkte
01.07.2003	323,77 Produkte
01.08.2003	328,16 Produkte
01.09.2003	328,60 Produkte
01.10.2003	335,32 Produkte
01.11.2003	336,23 Produkte
01.12.2003	339,59 Produkte
01.01.2004	343,18 Produkte

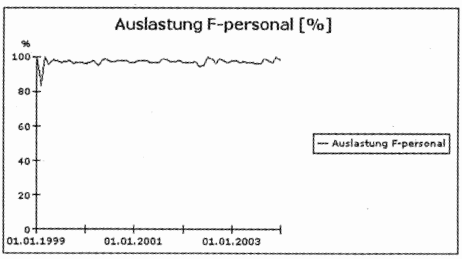
Abb. A3.24. Basisszenario: Halbfertige Produkte



Basisszenario: Fertige Produkte

Zeit	Fertige Produkte
01.03.2003	220,57 Produkte
01.04.2003	223,84 Produkte
01.05.2003	219,66 Produkte
01.06.2003	223,27 Produkte
01.07.2003	227,45 Produkte
01.08.2003	223,01 Produkte
01.09.2003	226,21 Produkte
01.10.2003	229,84 Produkte
01.11.2003	232,71 Produkte
01.12.2003	227,65 Produkte
01.01.2004	230,92 Produkte

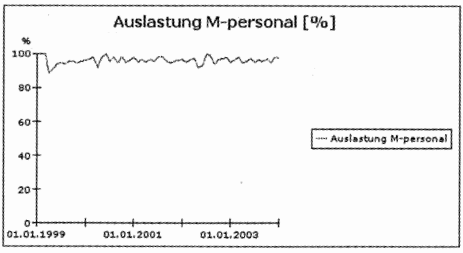
Abb. A3.25. Basisszenario: Fertige Produkte



Basisszenario: Auslastung F-personal

Zeit	Auslastung F-personal
01.03.2003	96,59 %
01.04.2003	97,35 %
01.05.2003	96,43 %
01.06.2003	96,30 %
01.07.2003	96,16 %
01.08.2003	96,04 %
01.09.2003	98,48 %
01.10.2003	97,41 %
01.11.2003	96,37 %
01.12.2003	99,52 %
01.01.2004	97,72 %

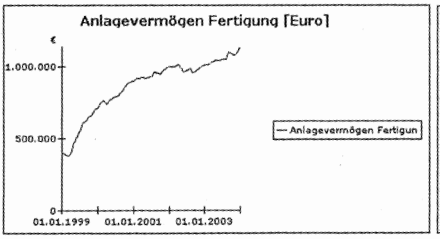
Abb. A3.26. Basisszenario: Auslastung F-personal



Basisszenario: Auslastung M-personal

Zeit	Auslastung M-personal
01.03.2003	97,51 %
01.04.2003	94,75 %
01.05.2003	95,56 %
01.06.2003	97,09 %
01.07.2003	95,11 %
01.08.2003	96,67 %
01.09.2003	95,68 %
01.10.2003	97,03 %
01.11.2003	94,97 %
01.12.2003	98,00 %
01.01.2004	97,75 %

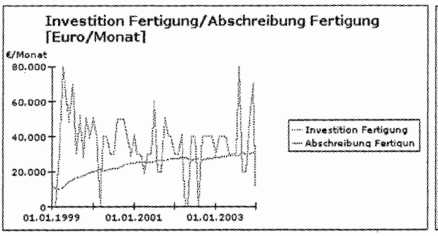
Abb. A3.27. Basisszenario: Auslastung M-personal



Basisszenario: Anlagevermögen Fertigung

Zeit	Anlagevermögen Fertigung
01.03.2003	1.022.610.33 €
01.04.2003	1.034.204.49 €
01.05.2003	1.045.476.59 €
01.06.2003	1.046.435.57 €
01.07.2003	1.047.367.92 €
01.08.2003	1.048.274.36 €
01.09.2003	1.099.155.63 €
01.10.2003	1.088.623.53 €
01.11.2003	1.078.383.99 €
01.12.2003	1.098.428.88 €
01.01.2004	1.137.916.96 €

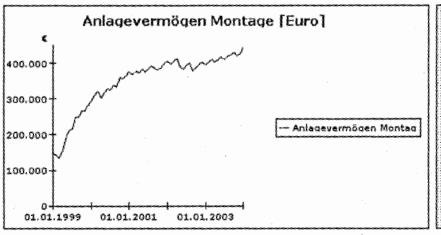
Abb. A3.28. Basisszenario: Anlagevermögen Fertigung



Basisszenario: Investition Fertigung / Abschreibung Fertigung

Zeit	Investition Fertigung	Abschreibung Fertigung
01.05.2003	30.000.00 €/Monat	29.041.02 €/Monat
01.06.2003	30.000.00 €/Monat	29.067.65 €/Monat
01.07.2003	30.000.00 €/Monat	29.093.55 €/Monat
01.08.2003	80.000.00 €/Monat	29.118.73 €/Monat
01.09.2003	20.000.00 €/Monat	30.532.10 €/Monat
01.10.2003	20.000.00 €/Monat	30.239.54 €/Monat
01.11.2003	50.000.00 €/Monat	29.955.11 €/Monat
01.12.2003	70.000.00 €/Monat	30.511.91 €/Monat
01.01.2004	0.00 €/Monat	31.608.80 €/Monat

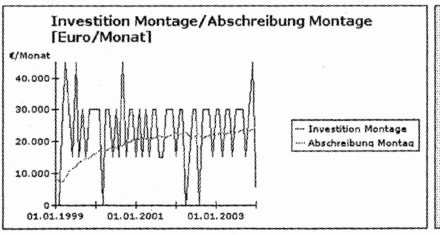
Abb. A3.29. Basisszenario: Investition Fertigung/Abschreibung Fertigung



Basisszenario: Anlagevermögen Montage

Zeit	Anlagevermögen Montage
01.03.2003	411.912.41 €
01.04.2003	404.028.39 €
01.05.2003	411.582.37 €
01.06.2003	418.716.68 €
01.07.2003	410.454.64 €
01.08.2003	417.651.61 €
01.09.2003	424.448.74 €
01.10.2003	430.868.26 €
01.11.2003	421.931.13 €
01.12.2003	428.490.51 €
01.01.2004	449.685.48 €

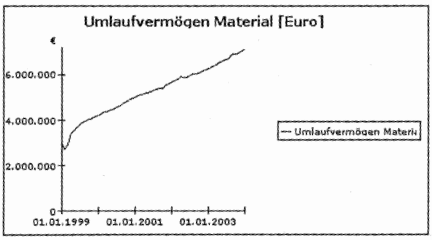
Abb. A3.30. Basisszenario: Anlagevermögen Montage



Basisszenario: Investition Montage/Abschreibung Montage

Zeit	Investition Montage	Abschreibung Montage
01.05.2003	30.000.00 €/Monat	22.865.69 €/Monat
01.06.2003	15.000.00 €/Monat	23.262.04 €/Monat
01.07.2003	30.000.00 €/Monat	22.803.04 €/Monat
01.08.2003	30.000.00 €/Monat	23.202.87 €/Monat
01.09.2003	30.000.00 €/Monat	23.580.49 €/Monat
01.10.2003	15.000.00 €/Monat	23.937.13 €/Monat
01.11.2003	30.000.00 €/Monat	23.440.62 €/Monat
01.12.2003	45.000.00 €/Monat	23.805.03 €/Monat
01.01.2004	0.00 €/Monat	24.982.53 €/Monat

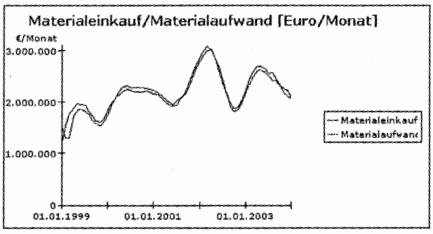
Abb. A3.31. Basisszenario: Investition Montage/Abschreibung Montage



Basisszenario: Umlaufvermögen Material

Zeit	Umlaufvermögen Material
01.03.2003	6.396.481.50 €
01.04.2003	6.485.163.21 €
01.05.2003	6.567.468.97 €
01.06.2003	6.630.062.72 €
01.07.2003	6.695.315.96 €
01.08.2003	6.740.047.30 €
01.09.2003	6.903.425.23 €
01.10.2003	6.930.591.01 €
01.11.2003	6.952.273.08 €
01.12.2003	7.034.120.97 €
01.01.2004	7.152.105.67 €

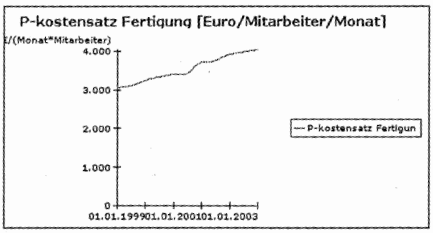
Abb. A3.32. Basisszenario: Umlaufvermögen Material



Basisszenario: Materialeinkauf/Materialaufwand

Zeit	Materialeinkauf	Materialaufwand
01.04.2003	2.684.944.69 €/Monat	2.602.638.93 €/Monat
01.05.2003	2.692.662.26 €/Monat	2.630.068.51 €/Monat
01.06.2003	2.649.659.48 €/Monat	2.584.406.24 €/Monat
01.07.2003	2.550.758.64 €/Monat	2.506.027.30 €/Monat
01.08.2003	2.574.880.00 €/Monat	2.411.502.07 €/Monat
01.09.2003	2.443.933.04 €/Monat	2.416.827.25 €/Monat
01.10.2003	2.315.472.11 €/Monat	2.293.730.05 €/Monat
01.11.2003	2.255.276.11 €/Monat	2.173.428.21 €/Monat
01.12.2003	2.227.695.97 €/Monat	2.109.711.27 €/Monat
01.01.2004	2.064.961.82 €/Monat	2.076.453.85 €/Monat

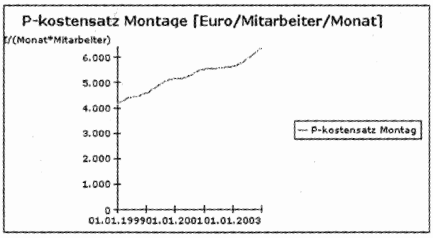
Abb. A3.33. Basisszenario: Materialeinkauf/Materialaufwand



Basisszenario: P-kostensatz Fertigung

Zeit	P-kostensatz Fertigung
01.03.2003	3.950.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.2003	3.961.27 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.2003	3.971.69 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.2003	3.981.48 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.2003	3.990.85 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.2003	4.000.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.2003	4.009.12 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.2003	4.018.24 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.2003	4.027.35 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.2003	4.036.47 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.01.2004	4.045.59 €/(Monat*Mitarbeiter)

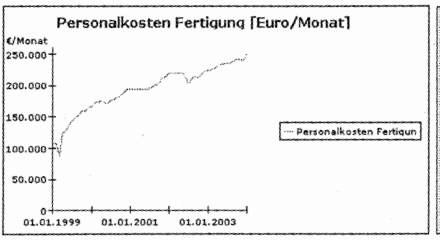
Abb. A3.34. Basisszenario: P-kostensatz Fertigung



Basisszenario: P-kostensatz Montage

Zeit	P-kostensatz Montage
01.03.2003	5.700.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.2003	5.745.25 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.2003	5.800.33 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.2003	5.862.79 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.2003	5.930.17 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.2003	6.000.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.2003	6.070.24 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.2003	6.140.49 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.2003	6.210.73 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.2003	6.280.97 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.01.2004	6.351.22 €/(Monat*Mitarbeiter)

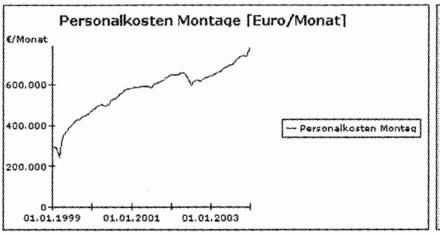
Abb. A3.35. Basisszenario: P-kostensatz Montage



Basisszenario: Personalkosten Fertigung

Zeit	Personalkosten Fertigung
01.03.2003	229.100.00 €/Monat
01.04.2003	229.753.69 €/Monat
01.05.2003	234.329.95 €/Monat
01.06.2003	234.907.46 €/Monat
01.07.2003	235.459.98 €/Monat
01.08.2003	236.000.00 €/Monat
01.09.2003	240.547.06 €/Monat
01.10.2003	241.094.12 €/Monat
01.11.2003	241.641.18 €/Monat
01.12.2003	238.151.77 €/Monat
01.01.2004	250.826.48 €/Monat

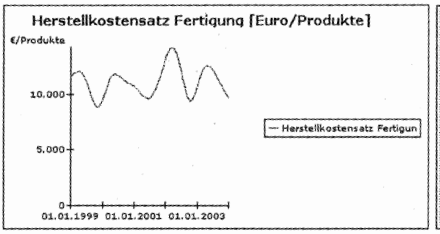
Abb. A3.36. Basisszenario: Personalkosten Fertigung



Basisszenario: Personalkosten Montage

Zeit	Personalkosten Montage
01.04.2003	666.448,90 €/Monat
01.05.2003	678.638,86 €/Monat
01.06.2003	685.946,51 €/Monat
01.07.2003	693.829,43 €/Monat
01.08.2003	702.000,00 €/Monat
01.09.2003	728.429,24 €/Monat
01.10.2003	736.858,48 €/Monat
01.11.2003	745.287,72 €/Monat
01.12.2003	741.155,01 €/Monat
01.01.2004	787.551,07 €/Monat

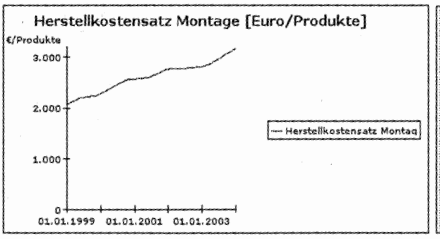
Abb. A3.37. Basisszenario: Personalkosten Montage



Basisszenario: Herstellkostensatz Fertigung

Zeit	Herstellkostensatz Fertigung
01.02.2003	11.544.00 €/Produkte
01.03.2003	12.188.00 €/Produkte
01.04.2003	12.514.00 €/Produkte
01.05.2003	12.549.00 €/Produkte
01.06.2003	12.367.00 €/Produkte
01.07.2003	12.040.00 €/Produkte
01.08.2003	11.640.00 €/Produkte
01.09.2003	11.228.00 €/Produkte
01.10.2003	10.816.00 €/Produkte
01.11.2003	10.404.00 €/Produkte
01.12.2003	9.992.00 €/Produkte
01.01.2004	9.580.00 €/Produkte

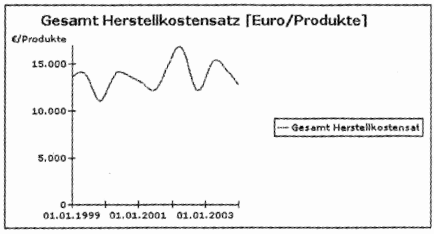
Abb. A3.38. Basisszenario: Herstellkostensatz Fertigung



Basisszenario: Herstellkostensatz Montage

Zeit	Herstellkostensatz Montage
01.03.2003	2.850.00 €/Produkte
01.04.2003	2.873.00 €/Produkte
01.05.2003	2.900.00 €/Produkte
01.06.2003	2.931.00 €/Produkte
01.07.2003	2.965.00 €/Produkte
01.08.2003	3.000.00 €/Produkte
01.09.2003	3.035.00 €/Produkte
01.10.2003	3.070.00 €/Produkte
01.11.2003	3.105.00 €/Produkte
01.12.2003	3.140.00 €/Produkte
01.01.2004	3.176.00 €/Produkte

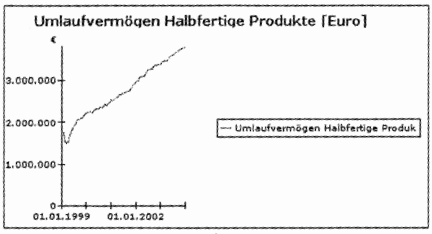
Abb. A3.39. Basisszenario: Herstellkostensatz Montage



Basisszenario: Gesamt Herstellkostensatz

Zeit	Gesamt Herstellkostensatz
01.02.2003	14.377,00 €/Produkte
01.03.2003	15.038,00 €/Produkte
01.04.2003	15.387,00 €/Produkte
01.05.2003	15.449,00 €/Produkte
01.06.2003	15.298,00 €/Produkte
01.07.2003	15.005,00 €/Produkte
01.08.2003	14.640,00 €/Produkte
01.09.2003	14.263,00 €/Produkte
01.10.2003	13.886,00 €/Produkte
01.11.2003	13.509,00 €/Produkte
01.12.2003	13.132,00 €/Produkte
01.01.2004	12.756,00 €/Produkte

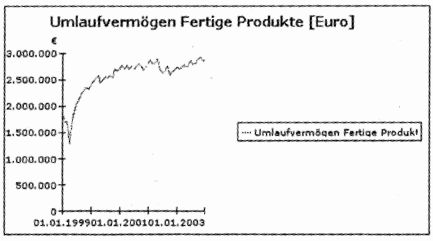
Abb. A3.40. Basisszenario: Gesamt Herstellkostensatz



Umlaufvermögen Halbfertige Produkte

Zeit	Umlaufvermögen Halbfertige Produkte
01.03.2003	3.458.496,11 €
01.04.2003	3.456.111,32 €
01.05.2003	3.531.692,17 €
01.06.2003	3.581.611,88 €
01.07.2003	3.582.585,81 €
01.08.2003	3.635.407,80 €
01.09.2003	3.640.618,04 €
01.10.2003	3.716.052,69 €
01.11.2003	3.725.900,12 €
01.12.2003	3.760.793,78 €
01.01.2004	3.796.687,69 €

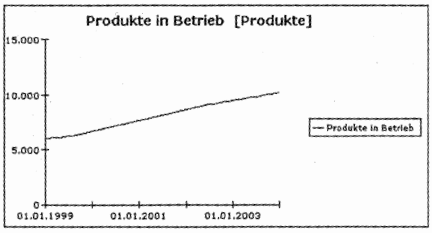
Abb. A3.41. Basisszenario: Umlaufvermögen Halbfertige Produkte



Basisszenario: Umlaufvermögen Fertige Produkte

Zeit	Umlaufvermögen Fertige Produkte
01.03.2003	2.744.539,69 €
01.04.2003	2.793.829,10 €
01.05.2003	2.729.477,40 €
01.06.2003	2.785.181,67 €
01.07.2003	2.849.175,50 €
01.08.2003	2.782.581,27 €
01.09.2003	2.829.389,98 €
01.10.2003	2.881.176,05 €
01.11.2003	2.921.077,92 €
01.12.2003	2.852.669,87 €
01.01.2004	2.895.650,85 €

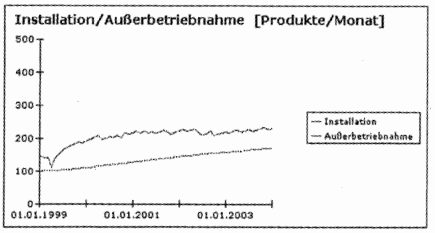
Abb. A3.42. Basisszenario: Umlaufvermögen Fertige Produkte



Basisszenario: Produkte in Betrieb

Zeit	Produkte in Betrieb
01.04.2003	9.670,00 Produkte
01.05.2003	9.733,00 Produkte
01.06.2003	9.791,00 Produkte
01.07.2003	9.851,00 Produkte
01.08.2003	9.914,00 Produkte
01.09.2003	9.972,00 Produkte
01.10.2003	10.032,00 Produkte
01.11.2003	10.095,00 Produkte
01.12.2003	10.160,00 Produkte
01.01.2004	10.219,00 Produkte

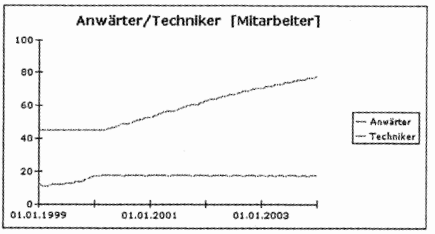
Abb. A3.43. Basisszenario: Produkte in Betrieb



Basisszenario: Installation/Außerbetriebnahme

Zeit	Installation	Außerbetriebnahme
01.04.2003	224.00 Produkte/Monat	161.00 Produkte/Monat
01.05.2003	220.00 Produkte/Monat	162.00 Produkte/Monat
01.06.2003	223.00 Produkte/Monat	163.00 Produkte/Monat
01.07.2003	227.00 Produkte/Monat	164.00 Produkte/Monat
01.08.2003	223.00 Produkte/Monat	165.00 Produkte/Monat
01.09.2003	226.00 Produkte/Monat	166.00 Produkte/Monat
01.10.2003	230.00 Produkte/Monat	167.00 Produkte/Monat
01.11.2003	233.00 Produkte/Monat	168.00 Produkte/Monat
01.12.2003	228.00 Produkte/Monat	169.00 Produkte/Monat
01.01.2004	231.00 Produkte/Monat	170.00 Produkte/Monat

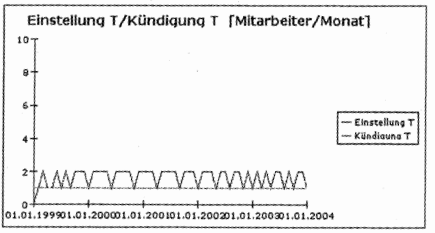
Abb. A3.44. Basisszenario: Installation/Außerbetriebnahme



Basisszenario: Anwärter/Techniker

Zeit	Anwärter	Techniker
01.04.2003	17.00 Mitarbeiter	73.00 Mitarbeiter
01.05.2003	18.00 Mitarbeiter	73.00 Mitarbeiter
01.06.2003	17.00 Mitarbeiter	74.00 Mitarbeiter
01.07.2003	18.00 Mitarbeiter	74.00 Mitarbeiter
01.08.2003	18.00 Mitarbeiter	75.00 Mitarbeiter
01.09.2003	17.00 Mitarbeiter	76.00 Mitarbeiter
01.10.2003	18.00 Mitarbeiter	76.00 Mitarbeiter
01.11.2003	17.00 Mitarbeiter	77.00 Mitarbeiter
01.12.2003	18.00 Mitarbeiter	77.00 Mitarbeiter
01.01.2004	18.00 Mitarbeiter	78.00 Mitarbeiter

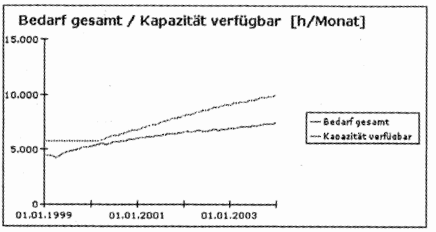
Abb. A3.45. Basisszenario: Anwärter/Techniker



Basisszenario: Einstellung T/Kündigung T

Zeit	Einstellung T	Kündigung T
01.05.2003	1,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat
01.06.2003	2,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat
01.07.2003	2,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat
01.08.2003	1,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat
01.09.2003	2,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat
01.10.2003	1,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat
01.11.2003	2,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat
01.12.2003	2,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat
01.01.2004	1,00 Mitarbeiter/Monat	1,00 Mitarbeiter/Monat

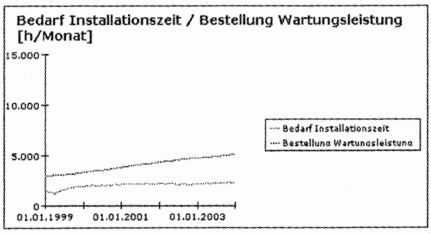
Abb. A3.46. Basisszenario: Einstellungen T/ KündigungenT



Basisszenario: Bedarf gesamt / Kapazität verfügbar

Zeit	Bedarf gesamt	Kapazität verfügbar
01.05.2003	7.063,11 h/Monat	9.344,00 h/Monat
01.06.2003	7.128,16 h/Monat	9.472,00 h/Monat
01.07.2003	7.199,99 h/Monat	9.472,00 h/Monat
01.08.2003	7.187,11 h/Monat	9.600,00 h/Monat
01.09.2003	7.248,09 h/Monat	9.728,00 h/Monat
01.10.2003	7.314,39 h/Monat	9.728,00 h/Monat
01.11.2003	7.374,63 h/Monat	9.856,00 h/Monat
01.12.2003	7.356,49 h/Monat	9.856,00 h/Monat
01.01.2004	7.418,72 h/Monat	9.984,00 h/Monat

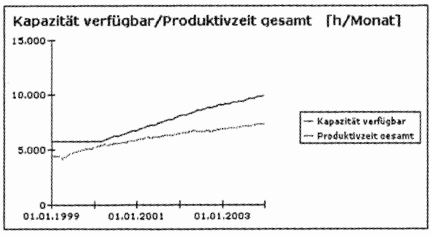
Abb. A3.47. Basisszenario: Bedarf gesamt / Kapazität verfügbar



Basisszenario: Bedarf Installationszeit / Bestellung Wartungsleistung

Zeit	Bedarf Installationszeit	Bestellung Wartungsleistu
01.06.2003	2.232,66 h/Monat	4.895,50 h/Monat
01.07.2003	2.274,49 h/Monat	4.925,50 h/Monat
01.08.2003	2.230,11 h/Monat	4.957,00 h/Monat
01.09.2003	2.262,09 h/Monat	4.986,00 h/Monat
01.10.2003	2.298,39 h/Monat	5.016,00 h/Monat
01.11.2003	2.327,13 h/Monat	5.047,50 h/Monat
01.12.2003	2.276,49 h/Monat	5.080,00 h/Monat
01.01.2004	2.309,22 h/Monat	5.109,50 h/Monat

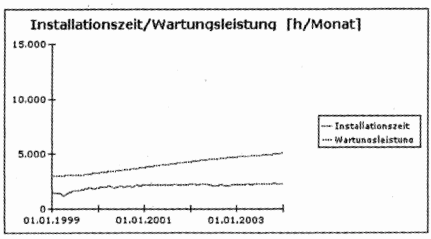
Abb. A3.48. Basisszenario: Bedarf Installationszeit/Bestellung Wartungleistung



Basisszenario: Kapazität verfügbar/Produktivzeit gesamt

Zeit	Kapazität verfügbar	Produktivzeit gesamt
01.05.2003	9.344,00 h/Monat	7.035,00 h/Monat
01.06.2003	9.472,00 h/Monat	7.097,00 h/Monat
01.07.2003	9.472,00 h/Monat	7.165,00 h/Monat
01.08.2003	9.600,00 h/Monat	7.156,00 h/Monat
01.09.2003	9.728,00 h/Monat	7.217,00 h/Monat
01.10.2003	9.728,00 h/Monat	7.286,00 h/Monat
01.11.2003	9.856,00 h/Monat	7.346,00 h/Monat
01.12.2003	9.856,00 h/Monat	7.327,00 h/Monat
01.01.2004	9.984,00 h/Monat	7.390,00 h/Monat

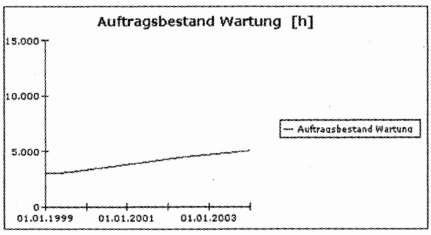
Abb. A3.49. Basisszenario: Kapazität verfügbar/Produktivzeit gesamt



Basisszenario: Installationszeit/Wartungsleistung

Zeit	Installationszeit	Wartungsleistung
01.04.2003	2.240,00 h/Monat	4.804,00 h/Monat
01.05.2003	2.200,00 h/Monat	4.835,00 h/Monat
01.06.2003	2.230,00 h/Monat	4.867,00 h/Monat
01.07.2003	2.270,00 h/Monat	4.895,00 h/Monat
01.08.2003	2.230,00 h/Monat	4.926,00 h/Monat
01.09.2003	2.260,00 h/Monat	4.957,00 h/Monat
01.10.2003	2.300,00 h/Monat	4.986,00 h/Monat
01.11.2003	2.330,00 h/Monat	5.016,00 h/Monat
01.12.2003	2.280,00 h/Monat	5.047,00 h/Monat
01.01.2004	2.310,00 h/Monat	5.080,00 h/Monat

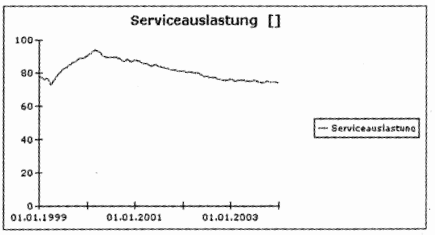
Abb. A3.50. Basisszenario: Installationszeit/Wartungsleistung



Basisszenario: Auftragsbestand Wartung

Zeit	Auftragsbestand Wartung
01.04.2003	4.804,00 h
01.05.2003	4.835,00 h
01.06.2003	4.866,50 h
01.07.2003	4.895,00 h
01.08.2003	4.925,50 h
01.09.2003	4.956,50 h
01.10.2003	4.985,50 h
01.11.2003	5.015,50 h
01.12.2003	5.047,00 h
01.01.2004	5.080,00 h

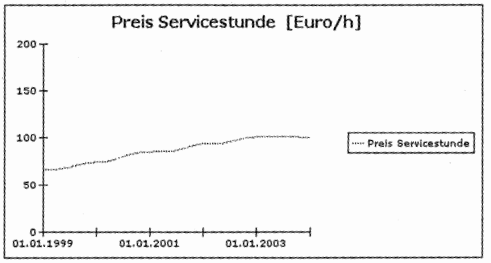
Abb. A3.51. Basisszenario: Auftragsbestand Wartung



Basisszenario: Serviceauslastung

Zeit	Serviceauslastung
01.03.2003	75,80 %
01.04.2003	75,39 %
01.05.2003	75,29 %
01.06.2003	74,93 %
01.07.2003	75,64 %
01.08.2003	74,54 %
01.09.2003	74,19 %
01.10.2003	74,90 %
01.11.2003	74,53 %
01.12.2003	74,34 %
01.01.2004	74,02 %

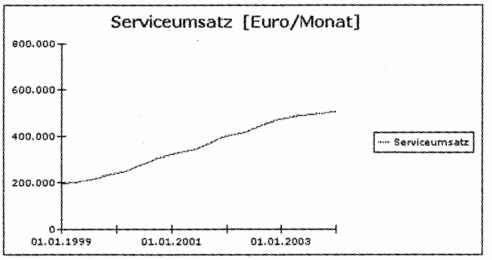
Abb. A3.52. Basisszenario: Serviceauslastung



Basisszenario: Preis Servicestunde

Zeit	Preis Servicestunde
01.03.2003	101,00 €/h
01.04.2003	101,08 €/h
01.05.2003	101,06 €/h
01.06.2003	100,98 €/h
01.07.2003	100,85 €/h
01.08.2003	100,70 €/h
01.09.2003	100,55 €/h
01.10.2003	100,39 €/h
01.11.2003	100,24 €/h
01.12.2003	100,08 €/h
01.01.2004	99,93 €/h

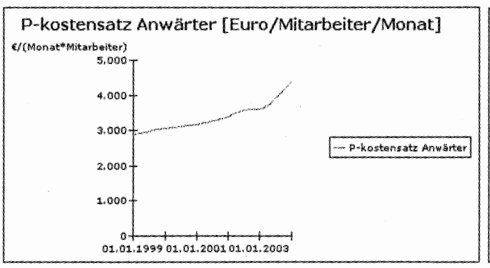
Abb. A3.53. Basisszenario: Preis Servicestunde



Basisszenario: Serviceumsatz

Zeit	Serviceumsatz
01.03.2003	482.376,00 €/Monat
01.04.2003	485.572,00 €/Monat
01.05.2003	488.636,00 €/Monat
01.06.2003	491.467,00 €/Monat
01.07.2003	493.666,00 €/Monat
01.08.2003	496.048,00 €/Monat
01.09.2003	498.402,00 €/Monat
01.10.2003	500.545,00 €/Monat
01.11.2003	502.780,00 €/Monat
01.12.2003	505.106,00 €/Monat
01.01.2004	507.621,00 €/Monat

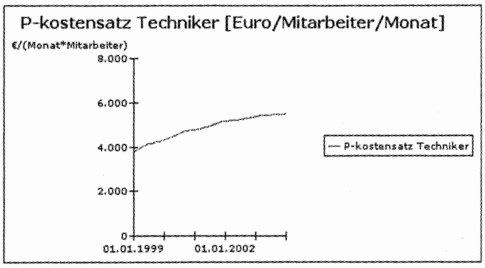
Abb. A3.54. Basisszenario: Serviceumsatz



Basisszenario: P-kostensatz Anwärter

Zeit	P-kostensatz Anwärter
01.03.2003	3.670,00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.2003	3.716,52 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.2003	3.776,02 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.2003	3.845,27 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.2003	3.921,01 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.2003	4.000,00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.2003	4.079,53 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.2003	4.159,06 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.2003	4.238,59 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.2003	4.318,12 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.01.2004	4.397,65 €/(Monat*Mitarbeiter)

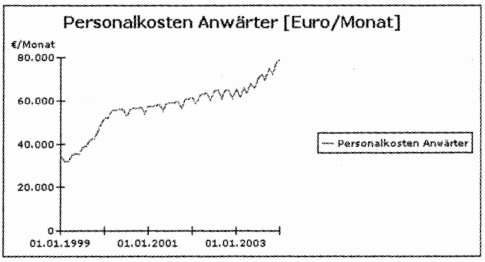
Abb. A3.55. Basisszenario: P-kostensatz Anwärter



Basisszenario: P-kostensatz Techniker

Zeit	P-kostensatz Techniker
01.03.2003	5.400,00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.2003	5.413,35 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.2003	5.424,46 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.2003	5.433,91 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.2003	5.442,23 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.2003	5.450,00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.2003	5.457,67 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.2003	5.465,35 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.2003	5.473,02 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.2003	5.480,70 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.01.2004	5.488,37 €/(Monat*Mitarbeiter)

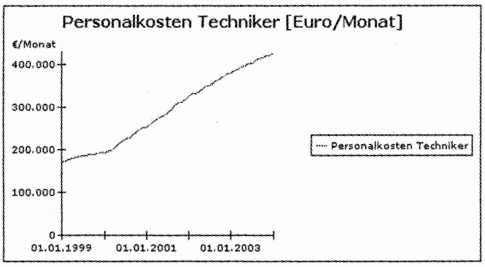
Abb. A3.56. Basisszenario: P-kostensatz Techniker



Basisszenario: Personalkosten Anwärter

Zeit	Personalkosten Anwärter
01.03.2003	66.060,00 €/Monat
01.04.2003	63.180,79 €/Monat
01.05.2003	67.968,41 €/Monat
01.06.2003	65.369,59 €/Monat
01.07.2003	70.578,21 €/Monat
01.08.2003	72.000,00 €/Monat
01.09.2003	69.352,00 €/Monat
01.10.2003	74.863,07 €/Monat
01.11.2003	72.056,01 €/Monat
01.12.2003	77.726,14 €/Monat
01.01.2004	79.157,67 €/Monat

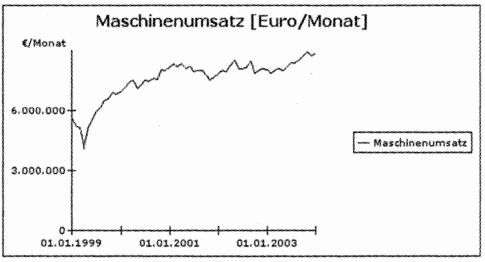
Abb. A3.57. Basisszenario: Personalkosten Anwärter



Basisszenario: Personalkosten Techniker

Zeit	Personalkosten Techniker
01.03.2003	388.800,00 €/Monat
01.04.2003	395.174,45 €/Monat
01.05.2003	395.985,94 €/Monat
01.06.2003	402.109,10 €/Monat
01.07.2003	402.725,20 €/Monat
01.08.2003	408.750,00 €/Monat
01.09.2003	414.783,26 €/Monat
01.10.2003	415.366,53 €/Monat
01.11.2003	421.422,82 €/Monat
01.12.2003	422.013,75 €/Monat
01.01.2004	428.093,06 €/Monat

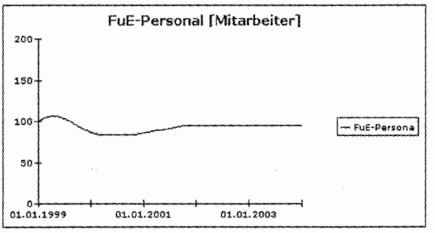
Abb. A3.58. Basisszenario: Personalkosten Techniker



Basisszenario: Maschinenumsatz

Zeit	Maschinenumsatz
01.03.2003	7.997.990,00 €/Monat
01.04.2003	8.092.896,00 €/Monat
01.05.2003	8.010.860,00 €/Monat
01.06.2003	8.182.093,00 €/Monat
01.07.2003	8.391.282,00 €/Monat
01.08.2003	8.382.570,00 €/Monat
01.09.2003	8.557.038,00 €/Monat
01.10.2003	8.771.510,00 €/Monat
01.11.2003	8.949.530,00 €/Monat
01.12.2003	8.740.152,00 €/Monat
01.01.2004	8.837.367,00 €/Monat

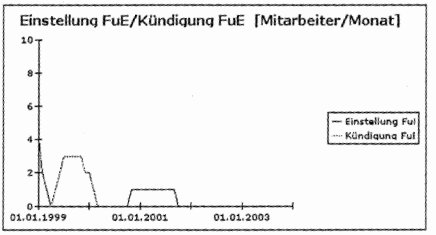
Abb. A3.59. Basisszenario: Maschinenumsatz



Basisszenario: FuE-Personal

Zeit	FuE-Personal
01.02.2003	95.00 Mitarbeiter
01.03.2003	95.00 Mitarbeiter
01.04.2003	95.00 Mitarbeiter
01.05.2003	95.00 Mitarbeiter
01.06.2003	95.00 Mitarbeiter
01.07.2003	95.00 Mitarbeiter
01.08.2003	95.00 Mitarbeiter
01.09.2003	95.00 Mitarbeiter
01.10.2003	95.00 Mitarbeiter
01.11.2003	95.00 Mitarbeiter
01.12.2003	95.00 Mitarbeiter
01.01.2004	95.00 Mitarbeiter

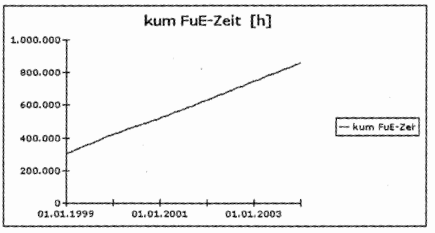
Abb. A3.60. Basisszenario: FuE-Personal



Basisszenario: Einstellung FuE/Kündigung FuE

Zeit	Einstellung FuE	Kündigung FuE
01.03.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.04.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.05.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.06.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.07.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.08.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.09.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.10.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.11.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.12.2003	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat
01.01.2004	0.00 Mitarbeiter/Monat	0.00 Mitarbeiter/Monat

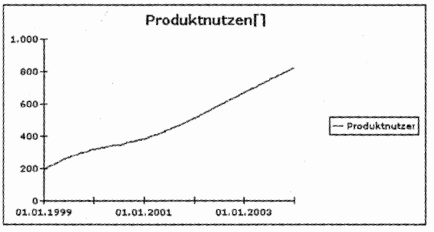
Abb. A3.61. Basisszenario: Einstellung FuE/Kündigung FuE



Basisszenario: kum FuE-Zeit

Zeit	kum FuE-Zeit
01.02.2003	755.200.00 h
01.03.2003	764.700.00 h
01.04.2003	774.200.00 h
01.05.2003	783.700.00 h
01.06.2003	793.200.00 h
01.07.2003	802.700.00 h
01.08.2003	812.200.00 h
01.09.2003	821.700.00 h
01.10.2003	831.200.00 h
01.11.2003	840.700.00 h
01.12.2003	850.200.00 h
01.01.2004	859.700.00 h

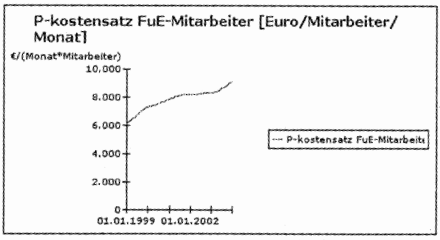
Abb. A3.62. Basisszenario: kum FuE-Zeit



Basisszenario: Produktnutzen

Zeit	Produktnutzen
01.02.2003	684.00
01.03.2003	696.00
01.04.2003	709.00
01.05.2003	722.00
01.06.2003	735.00
01.07.2003	748.00
01.08.2003	760.00
01.09.2003	773.00
01.10.2003	786.00
01.11.2003	799.00
01.12.2003	812.00
01.01.2004	824.00

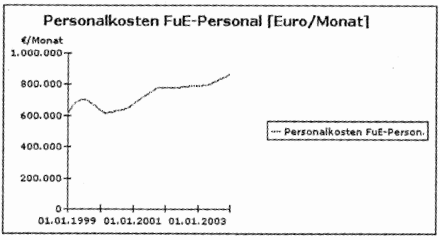
Abb. A3.63. Basisszenario: Produktnutzen



Basisszenario: P-kostensatz FuE-Mitarbeiter

Zeit	P-kostensatz FuE-Mitarbeiter
01.02.2003	8.332.75 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.03.2003	8.360.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.2003	8.404.90 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.2003	8.465.20 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.2003	8.537.05 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.2003	8.616.60 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.2003	8.700.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.2003	8.784.04 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.2003	8.868.09 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.2003	8.952.13 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.2003	9.036.18 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.01.2004	9.120.22 €/(Monat*Mitarbeiter)

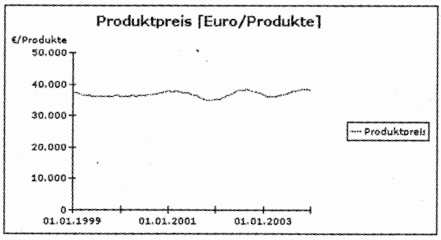
Abb.A3.64. Basisszenario: P-kostensatz FuE-Mitarbeiter



Basisszenario: Personalkosten FuE-Personal

Zeit	Personalkosten FuE-Personal
01.02.2003	791.611.00 €/Monat
01.03.2003	794.200.00 €/Monat
01.04.2003	798.465.00 €/Monat
01.05.2003	804.194.00 €/Monat
01.06.2003	811.019.00 €/Monat
01.07.2003	818.577.00 €/Monat
01.08.2003	826.500.00 €/Monat
01.09.2003	834.484.00 €/Monat
01.10.2003	842.468.00 €/Monat
01.11.2003	850.452.00 €/Monat
01.12.2003	858.437.00 €/Monat
01.01.2004	866.421.00 €/Monat

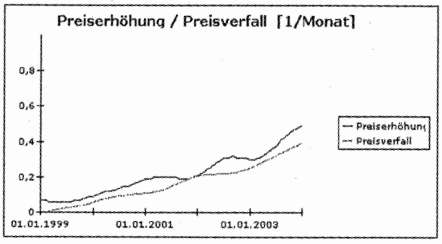
Abb. A3.65. Basisszenario: Personalkosten FuE-Personal



Basisszenario: Produktpreis

Zeit	Produktpreis
01.02.2003	36.241.00 €/Produkte
01.03.2003	36.190.00 €/Produkte
01.04.2003	36.129.00 €/Produkte
01.05.2003	36.413.00 €/Produkte
01.06.2003	36.691.00 €/Produkte
01.07.2003	36.966.00 €/Produkte
01.08.2003	37.590.00 €/Produkte
01.09.2003	37.863.00 €/Produkte
01.10.2003	38.137.00 €/Produkte
01.11.2003	38.410.00 €/Produkte
01.12.2003	38.334.00 €/Produkte
01.01.2004	38.257.00 €/Produkte

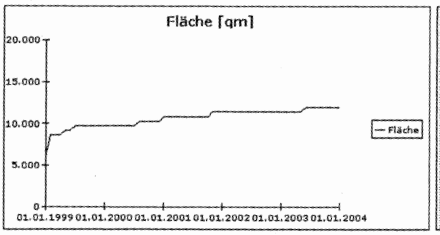
Abb. A3.66. Basisszenario: Produktpreis



Basisszenario: Preiserhöhung / Preisverfall

Zeit	Preiserhöhung	Preisverfall
01.03.2003	0.31 1/Monat	0.28 1/Monat
01.04.2003	0.32 1/Monat	0.29 1/Monat
01.05.2003	0.34 1/Monat	0.30 1/Monat
01.06.2003	0.36 1/Monat	0.31 1/Monat
01.07.2003	0.38 1/Monat	0.32 1/Monat
01.08.2003	0.41 1/Monat	0.34 1/Monat
01.09.2003	0.43 1/Monat	0.35 1/Monat
01.10.2003	0.45 1/Monat	0.36 1/Monat
01.11.2003	0.47 1/Monat	0.37 1/Monat
01.12.2003	0.48 1/Monat	0.38 1/Monat
01.01.2004	0.49 1/Monat	0.40 1/Monat

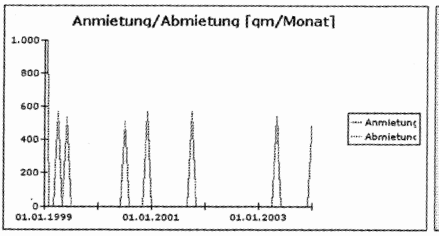
Abb. A3.67. Basisszenario: Preiserhöhung/Preisverfall



Basisszenario: Fläche

Zeit	Fläche
01.03.2003	11.400,00 qm
01.04.2003	11.400,00 qm
01.05.2003	11.400,00 qm
01.06.2003	11.940,00 qm
01.07.2003	11.940,00 qm
01.08.2003	11.940,00 qm
01.09.2003	11.940,00 qm
01.10.2003	11.940,00 qm
01.11.2003	11.940,00 qm
01.12.2003	11.940,00 qm
01.01.2004	11.940,00 qm

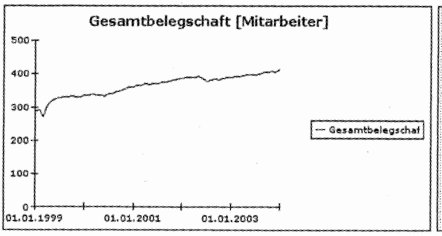
Abb. A3.68. Basisszenario: Fläche



Basisszenario: Anmietung/Abmietung

Zeit	Anmietung	Abmietung
01.03.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.04.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.05.2003	540,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.06.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.07.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.08.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.09.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.10.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.11.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.12.2003	0,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat
01.01.2004	540,00 qm/Monat	0,00 qm/Monat

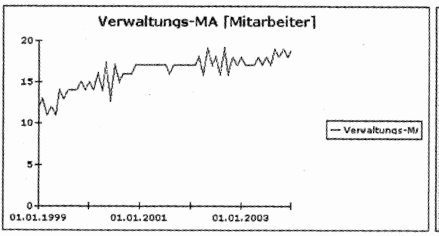
Abb. A3.69. Basisszenario: Anmietung/Abmietung



Basisszenario: Gesamtbelegschaft

Zeit	Gesamtbelegschaft
01.03.2003	393,00 Mitarbeiter
01.04.2003	396,00 Mitarbeiter
01.05.2003	398,00 Mitarbeiter
01.06.2003	399,00 Mitarbeiter
01.07.2003	399,00 Mitarbeiter
01.08.2003	401,00 Mitarbeiter
01.09.2003	407,00 Mitarbeiter
01.10.2003	407,00 Mitarbeiter
01.11.2003	406,00 Mitarbeiter
01.12.2003	405,00 Mitarbeiter
01.01.2004	416,00 Mitarbeiter

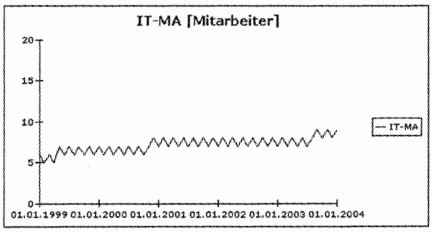
Abb. A3.70. Basisszenario: Gesamtbelegschaft



Basisszenario: Verwaltungs-MA

Zeit	Verwaltungs-MA
01.02.2003	17,00 Mitarbeiter
01.03.2003	17,00 Mitarbeiter
01.04.2003	17,00 Mitarbeiter
01.05.2003	18,00 Mitarbeiter
01.06.2003	17,00 Mitarbeiter
01.07.2003	18,00 Mitarbeiter
01.08.2003	17,00 Mitarbeiter
01.09.2003	19,00 Mitarbeiter
01.10.2003	18,00 Mitarbeiter
01.11.2003	19,00 Mitarbeiter
01.12.2003	18,00 Mitarbeiter
01.01.2004	19,00 Mitarbeiter

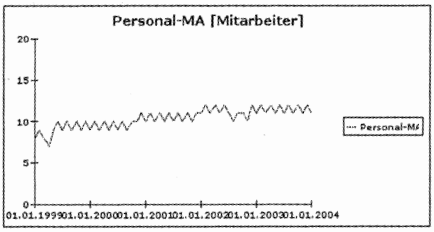
Abb. A3.71. Basisszenario: Verwaltungs-MA



Basisszenario: IT-MA

Zeit	IT-MA
01.02.2003	8.00 Mitarbeiter
01.03.2003	7.00 Mitarbeiter
01.04.2003	8.00 Mitarbeiter
01.05.2003	7.00 Mitarbeiter
01.06.2003	8.00 Mitarbeiter
01.07.2003	7.00 Mitarbeiter
01.08.2003	8.00 Mitarbeiter
01.09.2003	9.00 Mitarbeiter
01.10.2003	8.00 Mitarbeiter
01.11.2003	9.00 Mitarbeiter
01.12.2003	8.00 Mitarbeiter
01.01.2004	9.00 Mitarbeiter

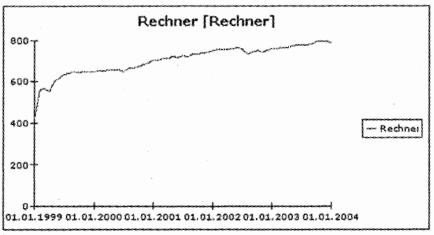
Abb. A3.72. Basisszenario: IT-MA



Basisszenario: Personal-MA

Zeit	Personal-MA
01.03.2003	11.00 Mitarbeiter
01.04.2003	12.00 Mitarbeiter
01.05.2003	11.00 Mitarbeiter
01.06.2003	12.00 Mitarbeiter
01.07.2003	11.00 Mitarbeiter
01.08.2003	12.00 Mitarbeiter
01.09.2003	11.00 Mitarbeiter
01.10.2003	12.00 Mitarbeiter
01.11.2003	11.00 Mitarbeiter
01.12.2003	12.00 Mitarbeiter
01.01.2004	11.00 Mitarbeiter

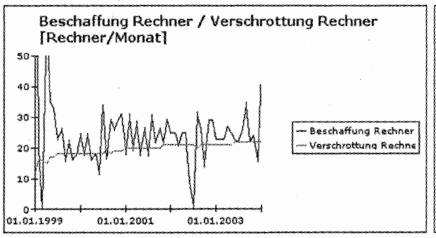
Abb. A3.73. Basisszenario: Personal-MA



Basisszenario: Rechner

Zeit	Rechner
01.03.2003	763.00 Rechner
01.04.2003	765.00 Rechner
01.05.2003	771.00 Rechner
01.06.2003	775.00 Rechner
01.07.2003	776.00 Rechner
01.08.2003	776.00 Rechner
01.09.2003	780.00 Rechner
01.10.2003	792.00 Rechner
01.11.2003	792.00 Rechner
01.12.2003	794.00 Rechner
01.01.2004	788.00 Rechner

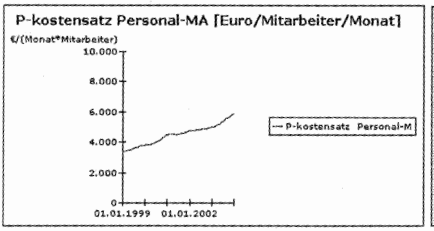
Abb. A3.74. Basisszenario: Rechner



Basisszenario: Beschaffung Rechner / Verschrottung Rechner

Zeit	Beschaffung Rechner	Verschrottung Rechner
01.05.2003	25.00 Rechner/Monat	21.00 Rechner/Monat
01.06.2003	23.00 Rechner/Monat	22.00 Rechner/Monat
01.07.2003	22.00 Rechner/Monat	22.00 Rechner/Monat
01.08.2003	26.00 Rechner/Monat	22.00 Rechner/Monat
01.09.2003	34.00 Rechner/Monat	22.00 Rechner/Monat
01.10.2003	22.00 Rechner/Monat	22.00 Rechner/Monat
01.11.2003	24.00 Rechner/Monat	22.00 Rechner/Monat
01.12.2003	16.00 Rechner/Monat	22.00 Rechner/Monat
01.01.2004	44.00 Rechner/Monat	22.00 Rechner/Monat

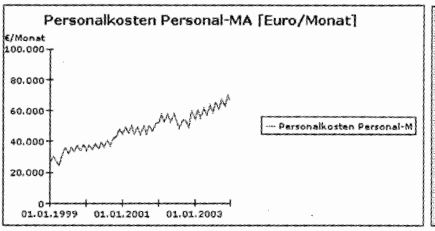
Abb. A3.75. Basisszenario: Beschaffung Rechner/Verschrottung Rechner



Basisszenario: P-kostensatz Personal-MA

Zeit	P-kostensatz Personal-MA
01.02.2003	5.002.87 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.03.2003	5.050.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.2003	5.111.48 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.2003	5.185.30 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.2003	5.268.39 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.2003	5.357.65 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.2003	5.450.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.2003	5.542.86 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.2003	5.635.73 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.2003	5.728.59 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.2003	5.821.45 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.01.2004	5.914.32 €/(Monat*Mitarbeiter)

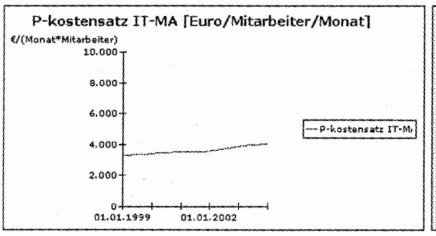
Abb. A3.76. Basisszenario: P-kostensatz Personal-MA



Basisszenario: Personalkosten Personal-MA

Zeit	Personalkosten Personal-MA
01.03.2003	55.550.00 €/Monat
01.04.2003	61.337.72 €/Monat
01.05.2003	57.038.32 €/Monat
01.06.2003	63.220.67 €/Monat
01.07.2003	58.934.16 €/Monat
01.08.2003	65.400.00 €/Monat
01.09.2003	60.971.50 €/Monat
01.10.2003	67.628.72 €/Monat
01.11.2003	63.014.50 €/Monat
01.12.2003	69.857.45 €/Monat
01.01.2004	65.057.49 €/Monat

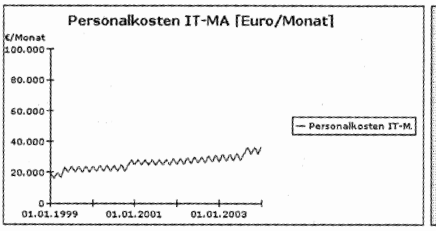
Abb. A3.77. Basisszenario: Personalkosten Personal-MA



Basisszenario: P-kostensatz IT-MA

Zeit	P-kostensatz IT-MA
01.01.1999	3.270.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.02.1999	3.284.77 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.03.1999	3.298.84 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.1999	3.311.54 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.1999	3.322.15 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.1999	3.330.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.1999	3.334.84 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.1999	3.338.24 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.1999	3.342.22 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.1999	3.348.80 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.1999	3.360.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.1999	3.377.08 €/(Monat*Mitarbeiter)

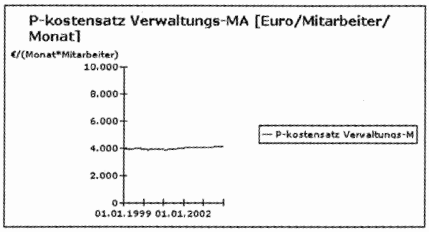
Abb. A3.78. Basisszenario: P-kostensatz IT-MA



Basisszenario: Personalkosten IT-MA

Zeit	Personalkosten IT-MA
01.03.2003	27.510.00 €/Monat
01.04.2003	31.593.82 €/Monat
01.05.2003	27.754.79 €/Monat
01.06.2003	31.824.79 €/Monat
01.07.2003	27.926.39 €/Monat
01.08.2003	32.000.00 €/Monat
01.09.2003	36.093.33 €/Monat
01.10.2003	32.165.92 €/Monat
01.11.2003	36.279.99 €/Monat
01.12.2003	32.331.84 €/Monat
01.01.2004	36.466.66 €/Monat

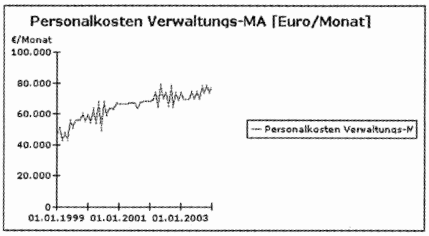
Abb. A3.79. Basisszenario: Personalkosten IT-MA



Basisszenario: P-kostensatz Verwaltungs-MA

Zeit	P-kostensatz Verwaltungs-MA
01.03.2003	4.090.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.2003	4.095.77 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.2003	4.100.37 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.2003	4.104.07 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.2003	4.107.18 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.2003	4.110.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.2003	4.112.77 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.2003	4.115.54 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.2003	4.118.30 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.2003	4.121.07 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.01.2004	4.123.84 €/(Monat*Mitarbeiter)

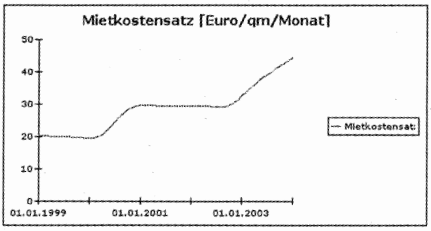
Abb. A3.80. Basisszenario: P-kostensatz Verwaltungs-MA



Basisszenario: Personalkosten Verwaltungs-MA

Zeit	Personalkosten Verwaltungs-MA
01.02.2003	69.411.72 €/Monat
01.03.2003	69.530.00 €/Monat
01.04.2003	69.628.17 €/Monat
01.05.2003	73.806.59 €/Monat
01.06.2003	69.769.20 €/Monat
01.07.2003	73.929.29 €/Monat
01.08.2003	69.870.00 €/Monat
01.09.2003	78.142.59 €/Monat
01.10.2003	74.079.64 €/Monat
01.11.2003	78.247.76 €/Monat
01.12.2003	74.179.27 €/Monat
01.01.2004	78.352.93 €/Monat

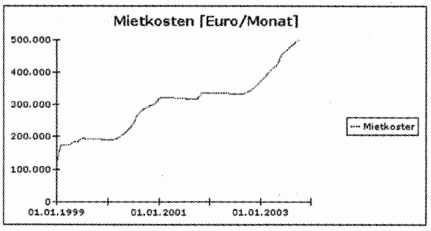
Abb. A3.81. Basisszenario: Personalkosten Verwaltungs-MA



Basisszenario: Mietkostensatz

Zeit	Mietkostensatz
01.02.2003	33.88 €/(Monat*qm)
01.03.2003	35.10 €/(Monat*qm)
01.04.2003	36.22 €/(Monat*qm)
01.05.2003	37.25 €/(Monat*qm)
01.06.2003	38.21 €/(Monat*qm)
01.07.2003	39.11 €/(Monat*qm)
01.08.2003	40.00 €/(Monat*qm)
01.09.2003	40.88 €/(Monat*qm)
01.10.2003	41.76 €/(Monat*qm)
01.11.2003	42.64 €/(Monat*qm)
01.12.2003	43.53 €/(Monat*qm)
01.01.2004	44.41 €/(Monat*qm)

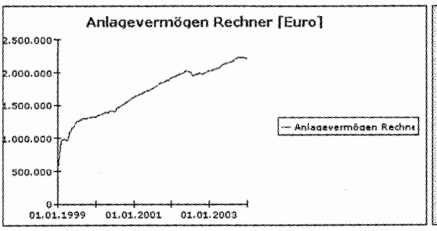
Abb. A3.82. Basisszenario: Mietkostensatz



Basisszenario: Mietkosten

Zeit	Mietkosten
01.02.2003	386.222.00 €/Monat
01.03.2003	400.140.00 €/Monat
01.04.2003	412.933.00 €/Monat
01.05.2003	424.645.00 €/Monat
01.06.2003	456.178.00 €/Monat
01.07.2003	467.030.00 €/Monat
01.08.2003	477.600.00 €/Monat
01.09.2003	488.123.00 €/Monat
01.10.2003	498.645.00 €/Monat
01.11.2003	509.168.00 €/Monat
01.12.2003	519.690.00 €/Monat
01.01.2004	530.213.00 €/Monat

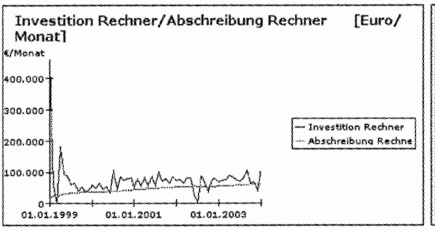
Abb. A3.83. Basisszenario: Mietkosten



Basisszenario: Anlagevermögen Rechner

Zeit	Anlagevermögen Rechner
01.02.2003	2.033.534.30 €
01.03.2003	2.050.068.00 €
01.04.2003	2.069.712.00 €
01.05.2003	2.104.133.40 €
01.06.2003	2.130.808.73 €
01.07.2003	2.148.682.77 €
01.08.2003	2.160.705.03 €
01.09.2003	2.182.585.03 €
01.10.2003	2.225.232.09 €
01.11.2003	2.227.768.87 €
01.12.2003	2.233.384.87 €
01.01.2004	2.214.545.10 €

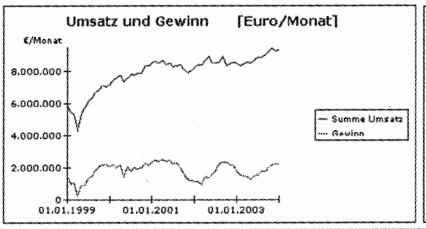
Abb. A3.84. Basisszenario: Anlagevermögen Rechner



Basisszenario: Investition Rechner/Abschreibung Rechner

Zeit	Investition Rechner	Abschreibung Rechner
01.05.2003	85.123.33 €/Monat	58.448.00 €/Monat
01.06.2003	77.063,03 €/Monat	59.189.00 €/Monat
01.07.2003	71.708.27 €/Monat	59.686.00 €/Monat
01.08.2003	81.900.00 €/Monat	60.020.00 €/Monat
01.09.2003	103.274.06 €/Monat	60.627.00 €/Monat
01.10.2003	64.348.78 €/Monat	61.812.00 €/Monat
01.11.2003	67.498.00 €/Monat	61.882.00 €/Monat
01.12.2003	43.198.22 €/Monat	62.038.00 €/Monat
01.01.2004	113.843.90 €/Monat	61.515.00 €/Monat

Abb. A3.85. Basisszenario: Investition Rechner/Abschreibung Rechner

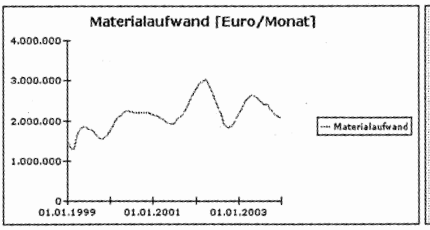


Basisszenario: Umsatz und Gewinn

Zeit	Summe Umsatz	Gewinn
01.04.2003	8.578.468.00 €/Monat	1.380.248.58 €/Monat
01.05.2003	8.499.496.00 €/Monat	1.226.528.32 €/Monat
01.06.2003	8.673.560.00 €/Monat	1.452.489.32 €/Monat
01.07.2003	8.884.948.00 €/Monat	1.530.646.91 €/Monat
01.08.2003	8.878.618.00 €/Monat	1.746.803.28 €/Monat
01.09.2003	9.055.440.00 €/Monat	1.722.025.32 €/Monat
01.10.2003	9.272.055.00 €/Monat	2.054.836.46 €/Monat
01.11.2003	9.452.310.00 €/Monat	2.134.271.94 €/Monat
01.12.2003	9.245.258.00 €/Monat	2.190.345.18 €/Monat
01.01.2004	9.344.988.00 €/Monat	2.194.868.67 €/Monat

Zeit	01.01.1999	01.01.2000	01.01.2001	01.01.2002	01.01.2003	01.01.2004
Umsatz pa	0.00 €	72.295.053.00 €	92.963.617.00 €	100.419.973.00 €	102.560.276.00 €	105.893.280.00 €
Gewinn pa	0.00 €	16.457.618.38 €	23.995.554.40 €	24.861.939.20 €	20.297.191.30 €	20.189.249.40 €

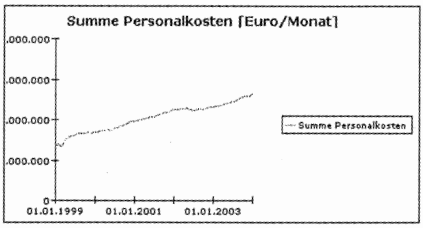
Abb. A3.86. Basisszenario: Umsatz und Gewinn



Basisszenario: Materialaufwand

Zeit	Materialaufwand
01.02.2003	2.346.911.27 €/Monat
01.03.2003	2.509.718.29 €/Monat
01.04.2003	2.602.638.93 €/Monat
01.05.2003	2.630.068.51 €/Monat
01.06.2003	2.584.406.24 €/Monat
01.07.2003	2.506.027.30 €/Monat
01.08.2003	2.411.502.07 €/Monat
01.09.2003	2.416.827.25 €/Monat
01.10.2003	2.293.730.05 €/Monat
01.11.2003	2.173.428.21 €/Monat
01.12.2003	2.109.711.27 €/Monat
01.01.2004	2.076.453.85 €/Monat

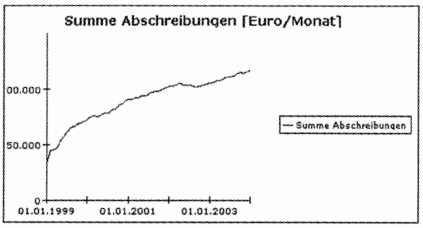
Abb. A3.87. Basisszenario: Materialaufwand



Basisszenario: Summe Personalkosten

Zeit	Summe Personalkosten
01.03.2003	2.355.780,00 €/Monat
01.04.2003	2.385.210,71 €/Monat
01.05.2003	2.413.523,45 €/Monat
01.06.2003	2.433.935,51 €/Monat
01.07.2003	2.455.868,96 €/Monat
01.08.2003	2.482.390,00 €/Monat
01.09.2003	2.540.945,57 €/Monat
01.10.2003	2.558.604,11 €/Monat
01.11.2003	2.586.649,73 €/Monat
01.12.2003	2.588.031,50 €/Monat
01.01.2004	2.630.270,28 €/Monat

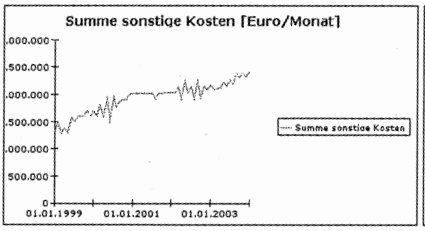
Abb. A3.88. Basisszenario: Summe Personalkosten



Basisszenario: Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Abschreibungen
01.03.2003	108.235,87 €/Monat
01.04.2003	108.665,92 €/Monat
01.05.2003	110.354,70 €/Monat
01.06.2003	111.518,69 €/Monat
01.07.2003	111.582,59 €/Monat
01.08.2003	112.341,60 €/Monat
01.09.2003	114.739,59 €/Monat
01.10.2003	115.988,67 €/Monat
01.11.2003	115.277,73 €/Monat
01.12.2003	116.354,94 €/Monat
01.01.2004	118.106,33 €/Monat

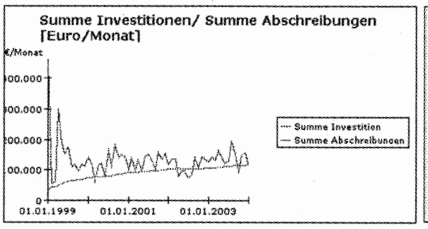
Abb. A3.89. Basisszenario: Summe Abschreibungen



Basisszenario: Summe sonstige Kosten

Zeit	Summe sonstige Kosten
01.03.2003	2.100.140,00 €/Monat
01.04.2003	2.112.933,00 €/Monat
01.05.2003	2.224.645,00 €/Monat
01.06.2003	2.156.178,00 €/Monat
01.07.2003	2.267.030,00 €/Monat
01.08.2003	2.177.600,00 €/Monat
01.09.2003	2.388.123,00 €/Monat
01.10.2003	2.298.645,00 €/Monat
01.11.2003	2.409.168,00 €/Monat
01.12.2003	2.319.690,00 €/Monat
01.01.2004	2.430.213,00 €/Monat

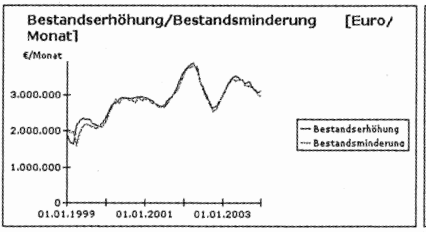
Abb. A3.90. Basisszenario: Summe sonstige Kosten



Basisszenario: Summe Investitionen / Summe Abschreibungen

Zeit	Summe Investition	Summe Abschreibungen
01.05.2003	145.123,33 €/Monat	110.354,70 €/Monat
01.06.2003	122.063,03 €/Monat	111.518,69 €/Monat
01.07.2003	131.708,27 €/Monat	111.582,59 €/Monat
01.08.2003	191.900,00 €/Monat	112.341,60 €/Monat
01.09.2003	153.274,06 €/Monat	114.739,59 €/Monat
01.10.2003	99.348,78 €/Monat	115.988,67 €/Monat
01.11.2003	147.498,00 €/Monat	115.277,73 €/Monat
01.12.2003	158.198,22 €/Monat	116.354,94 €/Monat
01.01.2004	113.843,90 €/Monat	118.106,33 €/Monat

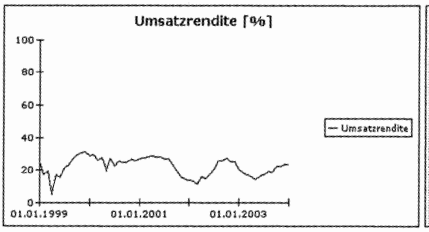
Abb. A3.91. Basisszenario: Summe Investitionen/Summe Abschreibungen



Basisszenario: Bestandserhöhung/Bestandsminderung

Zeit	Bestandserhöhung	Bestandsminderung
01.03.2003	3.370.302.62 €/Monat	3.323.398.00 €/Monat
01.04.2003	3.457.917.14 €/Monat	3.446.688.00 €/Monat
01.05.2003	3.504.403.99 €/Monat	3.398.780.00 €/Monat
01.06.2003	3.476.421.76 €/Monat	3.411.454.00 €/Monat
01.07.2003	3.392.362.76 €/Monat	3.406.135.00 €/Monat
01.08.2003	3.316.738.95 €/Monat	3.264.720.00 €/Monat
01.09.2003	3.350.658.73 €/Monat	3.223.438.00 €/Monat
01.10.2003	3.243.529.29 €/Monat	3.193.780.00 €/Monat
01.11.2003	3.114.082.61 €/Monat	3.147.597.00 €/Monat
01.12.2003	3.072.970.89 €/Monat	2.994.096.00 €/Monat
01.01.2004	3.091.569.14 €/Monat	2.946.636.00 €/Monat

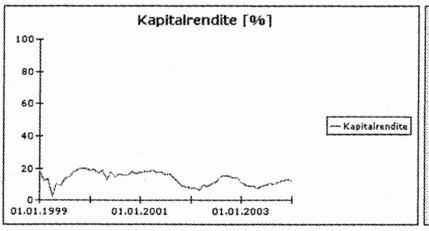
Abb. A3.92. Basisszenario: Bestandserhöhung/Bestandsminderung



Basisszenario: Umsatzrendite

Zeit	Umsatzrendite
01.02.2003	18.36 %
01.03.2003	17.14 %
01.04.2003	16.09 %
01.05.2003	14.43 %
01.06.2003	16.75 %
01.07.2003	17.23 %
01.08.2003	19.67 %
01.09.2003	19.02 %
01.10.2003	22.16 %
01.11.2003	22.58 %
01.12.2003	23.69 %
01.01.2004	23.49 %

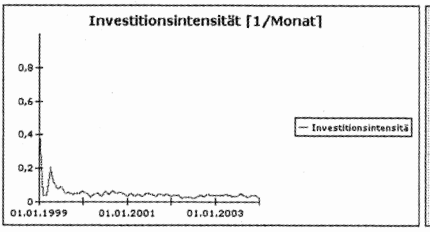
Abb. A3.93. Basisszenario: Umsatzrendite



Basisszenario: Kapitalrendite

Zeit	Kapitalrendite
01.02.2003	9.63 %
01.03.2003	9.04 %
01.04.2003	8.50 %
01.05.2003	7.48 %
01.06.2003	8.75 %
01.07.2003	9.15 %
01.08.2003	10.41 %
01.09.2003	10.08 %
01.10.2003	11.90 %
01.11.2003	12.32 %
01.12.2003	12.58 %
01.01.2004	12.44 %

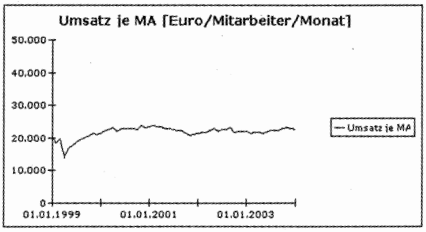
Abb. A3.94. Basisszenario: Kapitalrendite



Basisszenario: Investitionsintensität

Zeit	Investitionsintensität
01.01.1999	0.42 per Monat
01.02.1999	0.04 per Monat
01.03.1999	0.04 per Monat
01.04.1999	0.20 per Monat
01.05.1999	0.11 per Monat
01.06.1999	0.08 per Monat
01.07.1999	0.09 per Monat
01.08.1999	0.05 per Monat
01.09.1999	0.06 per Monat
01.10.1999	0.04 per Monat
01.11.1999	0.05 per Monat
01.12.1999	0.05 per Monat

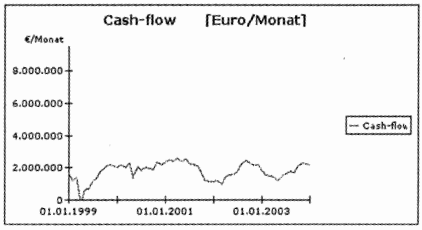
Abb. A3.95. Basisszenario: Investitionsintensität



Basisszenario: Umsatz je MA

Zeit	Umsatz je MA
01.02.2003	21.282.00 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.03.2003	21.578.54 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.04.2003	21.662.80 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.05.2003	21.355.52 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.06.2003	21.738.25 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.07.2003	22.268.04 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.08.2003	22.141.19 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.09.2003	22.249.24 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.10.2003	22.781.46 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.11.2003	23.167.43 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.12.2003	22.827.80 €/(Monat*Mitarbeiter)
01.01.2004	22.463.91 €/(Monat*Mitarbeiter)

Abb. A3.96. Basisszenario: Umsatz je MA



Basisszenario: Cash-flow

Zeit	Cash-flow
01.02.2003	1.567.795.50 €/Monat
01.03.2003	1.514.727.71 €/Monat
01.04.2003	1.477.685.36 €/Monat
01.05.2003	1.231.259.03 €/Monat
01.06.2003	1.499.040.25 €/Monat
01.07.2003	1.656.001.74 €/Monat
01.08.2003	1.807.125.93 €/Monat
01.09.2003	1.709.544.18 €/Monat
01.10.2003	2.121.075.84 €/Monat
01.11.2003	2.283.064.06 €/Monat
01.12.2003	2.227.825.23 €/Monat
01.01.2004	2.168.041.86 €/Monat

Abb. A3.97. Basisszenario: Cash-flow

Literaturverzeichnis

ACKOFF, R.L.: Towards a System of Systems Concepts. In: Management Science, 17.Jg. (1971), H.11, S.661-671.

AGTHE, K.: Strategie und Wachstum der Unternehmung. Baden-Baden, Bad Homburg 1972.

ALBACH, H.: Ansätze zu einer empirischen Theorie der Unternehmung. Aus: Kortzfleisch, G.v. (Hrsg.): Wissenschaftsprogramm und Ausbildungsziele der Betriebswirtschaftslehre. Bericht von der wissenschaftlichen Tagung in St. Gallen vom 2-5 Juni 1971, Berlin 1971. S.133-156.

ALBACH, H.: Strategische Unternehmensplanung bei erhöhter Unsicherheit. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 48.Jg. (1978), S.702-715.

ALBACH, H.: Average and Best-Practice Production Functions in German Industry. In: The Journal of Industrial Economics, 29.Jg. (1980), H.1, S.55-70.

ALBACH, H.: Betriebswirtschaftslehre als Wissenschaft - als Wissenschaft vom Management. Aus: Probst, G.J.B. / Siegwart, H. (Hrsg.): Integriertes Management. Bausteine des systemorientierten Managements. Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Ulrich. Bern, Stuttgart 1985. S.25-35.

ALBACH, H.: Empirische Theorie einer Unternehmensentwicklung. Opladen 1986.

ALBACH, H.: The Optimal Investment Process in German Industry. Aus: Albach, H. (Hrsg.): Unternehmen im Wettbewerb. Wiesbaden 1991. S.155-168.

ALBACH, H.: Kreativität und Produktion. Aus: Albach, H. (Hrsg.): Unternehmen im Wettbewerb. Wiesbaden 1991. S.357-370.

ALBACH, H. / BURG, K.-H.: Empirische Untersuchungen der Firmenentwicklung. Aus: Krelle, W. (Hrsg.): Ökonomische Prognose-, Entscheidungs- und Gleichgewichtsmodelle. Weinheim 1986. S.147-176.

ALEWELL, K. / BLEICHER, K. / HAHN, D.: Anwendung des Systemkonzepts auf betriebswirtschaftliche Probleme. Aus: Bleicher, K. (Hrsg.): Organisation als System. Wiesbaden 1972. S.217-221.

APEL, H.: Die Grenzen von System Dynamics. In: Wirtschaftsdienst, 55.Jg. (1975), H.8, S.411-414.

APEL, H.: Simulation sozio-ökonomischer Systeme. Darmstadt 1979.

BAETGE, J.: Betriebswirtschaftliche Systemtheorie. Regelungstheoretische Planungs-Überwachungsmodelle für Produktion, Lagerung und Absatz. Opladen 1974.

BAUM, H.-G. / COENENBERG, A.G. / GÜNTHER, T.: Strategisches Controlling. 2., völlig neugestaltete Aufl., Stuttgart 1999.

BAUSCH, A. / KAUFMANN, L.: Innovationen im Controlling am Beispiel der Entwicklung monetärer Kennzahlensysteme. In: Controlling, 12.Jg. (2000), H.3, S.121-128.

BEA, F.X.: Simulation. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 6.Jg. (1977), H.5, S.201-207.

BERENDES, K.: Lenkungskompetenz in komplexen ökonomischen Systemen. Modellbildung. Simulation und Performanz. Wiesbaden 2002.

BIANCHI, C.: Introducing SD modelling into planning and control systems to manage SME's growth: a learning-oriented perspective. In: System Dynamics Review, 18.Jg. (2002), H.3, S.315-338.

BLEICHER, K.: Die Organisation der Unternehmung in systemtheoretischer Sicht. Aus: Bleicher, K. (Hrsg.): Organisation als System. Wiesbaden 1972. S.173-187.

BLEICHER, K.: Die Entwicklung eines systemorientierten Organisations- und Führungsmodells der Unternehmung. Aus: Bleicher, K. (Hrsg.): Organisation als System. Wiesbaden 1972. S.235-263.

BLEY, K.: Ansätze zu einer Theorie dynamischer Substitutionsprozesse auf Märkten: dargestellt mit Hilfe eines System-dynamics-Modells am Beispiel des Marktes für Verpackungsmaterialien. Pfaffenweiler 1987.

BURG, K.-H.: Das Bonner Modell der Firmenentwicklung. Ein ökonometrisches Modell für die deutschen Industrieaktiengesellschaften. Bonn 1987.

COYLE, R.G.: Management System Dynamics. Chichester, New York, Brisbane u.a. 1977.

COYLE, R.G.: System Dynamics Modelling. A practical approach. London, Glasgow, Weinheim u.a. 1996.

CURRLE, M.: Unternehmenswertrechnung und Shareholder Value. In: Controlling, 11.Jg. (1999), H.8/9, S.431-433.

DAVIDSEN, P.I.: The System Dynamics Approach to Computer-Based Management Learning Environments: Implications and their Implementation in POWERSIM. Aus: Morecroft, J.D.W. / Sterman, J.D. (Hrsg.): Modeling for learning organizations. Portland 1994. S.301-315.

DE GEUS, A.P.: Planning as Learning. In: Harvard Business Review, 66.Jg. (1988), H.2, S.70-74.

DEUTSCHER NORMENAUSSCHUß: Regelungstechnik und Steuertechnik, Begriffe und Benennungen, DIN 19226, Mai, Berlin, Köln 1968 DK.[62-5:0-11.4].

DINKELBACH, W.: Modell - ein isomorphes Abbild der Wirklichkeit? Aus: Grochla, E. / Szyperski, N. (Hrsg.): Modell- und computer-gestützte Unternehmensplanung. Wiesbaden 1973. S.151-162.

DINTER, H.-J. / SWOBODA, M.: Operative Performance-Messung im Shareholder-Value-Konzept von Henkel. Aus: Freidank, C.-C. / Mayer, E. (Hrsg.): Controlling-Konzepte. Neue Strategien und Werkzeuge für die Unternehmenspraxis. 5., vollst. überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden 2001. S.247-285.

DÖRNER, D.: On the Difficulties People have in Dealing with Complexity. In: Simulation & Games, 11.Jg. (1980), H.1, S.87-106.

DÖRNER, D.: Über die Schwierigkeiten menschlichen Umgangs mit Komplexität. In: Psychologische Rundschau, 32.Jg. (1981), H.7, S.163-179.

DÖRNER, D.: Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Reinbek bei Hamburg 1992.

ECCLES, R.C.: Wider das Primat der Zahlen - die neuen Steuergrößen. In: Harvard manager, 14.Jg. (1991), H.4, S.14-21.

FINKENWIRTH, A.: Ersatzteildisposition in der Automobilindustrie mit einem System-Dynamics-Lagerhaltungsmodell. Pfaffenweiler 1993.

FORRESTER, N.B.: The Life Cycle of Economic Development. Cambridge 1973.

FORRESTER, J.W.: Industrial Dynamics. Portland 1961.

FORRESTER, J.W.: Industrial Dynamics - After the First Decade. In: Management Science, 14.Jg. (1968), H.7, S.398-415.

FORRESTER, J.W.: Market Growth as Influenced by Capital Investment. In: Industrial Management Review, 9.Jg. (1968), H.2, S.83-105.

FORRESTER, J.W.: Urban Dynamics. Portland 1969.

FORRESTER, J.W.: Principles of Systems. Portland 1971.

FORRESTER, J.W.: Population vs. standard of living. In: The Futurist, 10.Jg. (1976), H.5, S.246-249.

FORRESTER, J.W.: Information Sources for Modeling the National Economy. In: Journal of the American Statistical Association, 75.Jg. (1980), H.371, S.555-574.

FORRESTER, J.W.: Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. Aus: Roberts, E.B. (Hrsg.): Managerial applications of system dynamics. Cambridge 1984. S.37-65.

FORRESTER, J.W.: Advertising: A Problem in Industrial Dynamics. In: Harvard Business Review, 37.Jg. (1959), H.2, S.100-110.

FORRESTER, J.W.: Beyond Case Studies - Computer Models in Management Education. Aus: Milling, P. (Hrsg.): Systemmanagement und Managementsysteme. Festgabe für Gert v. Kortzfleisch zum 70. Geburtstag. Berlin 1991. S.33-42.

FORRESTER, J.W.: The beginning of system dynamics. In: The McKinsey Quarterly, 4.Jg. (1995), H.4, S.4-16.

FRIEDL, G. / HILZ, C. / PEDELL, B.: Integriertes Controlling mit SAP-Software. In: Kostenrechnungspraxis, 46.Jg. (2002), H.3, S.161-169.

FRÖHLING, O.: Konzept und Anwendungsmöglichkeiten von Business Intelligence. In: Controlling, 12.Jg. (2000), H.4/5, S.199-209.

GÄLWEILER, A.: Zur Formalisierbarkeit von Planungssystemen. Aus: Grochla, E. / Szyperski, N. (Hrsg.): Modell- und computer-gestützte Unternehmensplanung. Wiesbaden 1973. S.67-83.

GÄLWEILER, A.: Unternehmensplanung. Grundlagen und Praxis. Frankfurt a.M., New York 1986.

GERBERICH, C.W. / STEPHAN, M.: Balanced Scorecard - ein innovatives Beratungs- und Management Tool. In: Controller Magazin, 27.Jg. (2002), H.1, S.60-61.

GERSHEFSKI, G.W.: Building a corporate financial model. In: Harvard Business Review, 47.Jg. (1969), S.61-72.

GERSHEFSKI, G.W. / HARVEY, A.: Corporate Models - The State of the Art. In: Management Science, 16.Jg. (1970), H.6, S.B-303-B-321.

GESCHKA, H. / HAMMER, R.: Die Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung. Aus: Hahn, D. / Taylor, B. (Hrsg.): Strategische Unternehmensplanung – strategische Unternehmensführung. Stand und Entwicklungstendenzen. 7., völlig neu bearb. und erw. Aufl., Heidelberg 1997. S.464-489.

GIESE, M. / OLIVA, R.: Limits to growth on the new economy: An exploration of the 'get big fast' strategy in dot.com's. Aus: System Dynamics Society (Hrsg.): Proceedings of the 18th International Conference of the System Dynamics Society. Bergen 2000.

GOMEZ, P.: So verwenden wir Szenarien für Strategieplanung und Frühwarnsystem. In: Management Zeitschrift io, 51.Jg. (1982), H.1, S.9-13.

GOMEZ, P.: Frühwarnung in der Unternehmung. Bern 1983.

GOMEZ, P.: Systemorientiertes Problemlösen im Management: Von der Organisationsmethodik zur Systemmethodik. Aus: Probst, G.J.B. / Siegwart, H. (Hrsg.): Integriertes Management. Bausteine des systemorientierten Managements. Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Ulrich. Bern, Stuttgart 1985. S.235-261.

GOMEZ, P.: Wertmanagement. Vernetzte Strategien für Unternehmen im Wandel. Düsseldorf, Wien, New York u.a. 1993.

GOMEZ, P. / ESCHER, F.: Szenarien als Planungshilfe. In: Management Zeitschrift io, 49.Jg. (1980), H.9, S.416-420.

GOODMAN, M.R.: Study Notes in System Dynamics. Cambridge 1974.

GRAHAM, A.K.: Parameter Estimation in System Dynamics Modeling. Aus: Randers, J. (Hrsg.): Elements of the system dynamics method. Geilo 1980. S.143-161.

GRAHAM, A.K./ MORECROFT, J.D.W. / SENGE, P.M. / STERMAN, J.D.: Model-supported case studies for management education. In: European Journal of Operational Research, 59.Jg. (1992), S.151-166.

GROCHLA, E.: Systemtheoretisch-kybernetische Modellbildung betrieblicher Systeme. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 26.Jg. (1974), H.3, S.11-22.

GÜNTHER, T.: Unternehmenswertorientiertes Controlling. München 1997.

GÜNTHER, T.: State-of-the-Art des Wertsteigerungsmanagements. In: Controlling, 11.Jg. (1999), H.8/9, S.361-370.

GUTENBERG, E.: Die Unternehmung als Gegenstand betriebswirtschaftlicher Theorie. Berlin, Wien 1929.

GUTENBERG, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Zweiter Band - Der Absatz. 17. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York 1984.

GUTENBERG, E.: Zur Theorie der Unternehmung: Schriften und Reden von Erich Gutenberg - aus dem Nachlaß. Berlin, Heidelberg, New York u.a. 1989.

HAHN, D.: PuK, Controllingkonzepte: Planung und Kontrolle, Planungs- und Kontrollsysteme, Planungs- und Kontrollrechnung. 5., überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden 1996.

HAMMOND, J.S.: Do's and don'ts of computer models for planning. In: Harvard Business Review, 52.Jg. (1974), H.2, S.110-123.

HARTMANN, R.: Planung mit Unternehmensmodellen. Bern, Stuttgart 1980.

HARTMANN, R. / HÄSSIG, K. / REISER, P.: Kontinuierliche Simulation in der Unternehmensplanung. In: Die Unternehmung, 32.Jg. (1978), H.4, S.355-365.

HARTMANN, R. / HÄSSIG, K. / REISER, P.: Fallstudie, Entwicklung und Einsatz von Unternehmensmodellen. München, Wien 1980.

HAYES, R.H. / NOLAN, R.L.: What kind of corporate modeling functions best? In: Harvard Business Review, 52.Jg. (1974), H.3, S.102-112.

HESKETT, J.L. / JONES, T.O. / LOVEMAN, G.W. / SASSER, W.E. / SCHLESINGER, L.A: Putting the Service-Profit-Chain to Work. In: Harvard Business Review, 72.Jg. (1994), H.5, S.164-174.

HILDEBRANDT, L. / KORDINA-HILDEBRANDT, I.: Planung bei steigender Unsicherheit des Managements. Bern 1979.

HINTERHUBER, H.: Strategische Unternehmensführung. Strategisches Denken. 5., neubearb. und erw. Aufl., Berlin, New York 1992.

HOMBURG, C.: Modellgestützte Unternehmensplanung. Wiesbaden 1991.

HOMBURG, C.: Quantitative Betriebswirtschaftslehre. Entscheidungsunterstützung durch Modelle. 2., überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden 1998.

HOMBURG, C. / WERNER, H.: Kundenzufriedenheit als Herausforderung für Management und Controlling. Aus: Horvath, P. (Hrsg.): Controlling des Strukturwandels. Stuttgart 1996. S.151-176.

HOMER, J.B.: Macro- and micro-modeling of field service dynamics. In: System Dynamics Review, 15.Jg. (1999), H.2, S.139-162.

HORNGREN, C.T. / FOSTER, G. / DATAR, S.M.: Cost accounting. A Managerial Emphasis. Upper Saddle River 1996.

HORNUNG, K. / MAYER, J.H.: Erfolgsfaktoren-basierte Balanced Scorecards zur Unterstützung einer wertorientierten Unternehmensführung. Ergebnisse einer Pilotanwendung zur bedarfsgerechten Informationsversorgung oberster Führungskräfte. In: Controlling, 11.Jg. (1999), H.8/9, S.389-398.

HORVÁTH, P.: Controlling. München 1994.

HORVÁTH, P. (Hrsg.): Controlling des Strukturwandels. Standortflexibilität und Kundenzufriedenheit schaffen. Stuttgart 1996.

HORVÁTH, P. / KAUFMANN, L.: Balanced Scorecard - ein Werkzeug zur Umsetzung von Strategien. In: Harvard Business Review, 20.Jg. (1998), H.5, S.39-48.

HORVÁTH, P. / MINNING, F.: Wertorientiertes Management in Deutschland, Großbritannien, Italien und Frankreich. In: Controlling, 13.Jg. (2001), H.6, S.273-282.

HORVÁTH & PARTNER GMBH (Hrsg.): Balanced scorecard umsetzen. Stuttgart 2000.

JOST, K.: Finanzplanung industrieller Unternehmen mit einem System-Dynamics-Modell. Pfaffenweiler 1990.

KAGERMANN, H.: Strategische Unternehmensführung bei der SAP AG - Erfahrungen und Lösungen eines Software-Unternehmens. In: Wirtschaftsinformatik, 42.Jg. (2000), H.2, S.113-122.

KAPLAN, R.S.: The Evolution of Management Accounting. In: The Accounting Review, 59.Jg. (1984), H.3, S.390-418.

KAPLAN, R.S. / NORTON, D.P.: Linking the Balanced Scorecard to Strategy. In: California Management Review, 39.Jg. (1996), H.1, S.53-79.

KAPLAN, R.S. / NORTON, D.P.: Balanced Scorecard. Strategien erfolgreich umsetzen. Stuttgart 1997.

KAUFMANN, L.: Der Feinschliff für die Strategie. In: Harvard Business manager, 25. Jg. (2002), H.6, S.35-41.

KIM, D.: Guidelines for Drawing Causal Loop Diagrams. In: The Systems Thinker, 3.Jg. (1992), H.1, S.3-9.

KORTZFLEISCH, G.v.: Zum Wesen der betrieblichen Planung. Aus: Kortzfleisch, G.v. / Ries, J. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Planung im industriellen Unternehmen. Berlin 1959. S.9-19.

KORTZFLEISCH, G.V.: Forschungen über die Forschung und Entwicklung. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jg.1972, S.558-573.

KOSIOL, E.: Modellanalyse als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 13.Jg. (1961), S.318-334.

KOSIOL, E.: Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum. Reinbek bei Hamburg 1966.

KOZIOLEK H. / MATTHES, B. / SCHWARZ, R.: Grundzüge einer Systemanalyse von Reproduktionskreisläufen. Berlin 1988.

KRIEG, W.: Management- und Unternehmensentwicklung - Bausteine eines integrierten Ansatzes. Aus: Probst, G.J.B. / Siegwart, H. (Hrsg.): Integriertes Management. Bausteine des systemorientierten Managements. Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Ulrich. Bern, Stuttgart 1985. S.261-277.

KRYSTEK, U.: Unternehmungskrisen. Wiesbaden 1987.

LANGFIELD-SMITH, K.: Management control systems and strategy: a critical review. In: Accounting, Organizations and Society, 22.Jg. (1997), H.2, S.207-232.

LANGGUTH, H.: Strategisches Controlling. Ludwigsburg, Berlin 1994.

LEHMANN, F.O.: Strategische Budgetierung. Entwurf und Fundierung eines Instruments des strategischen Controllings. Frankfurt a. M., Berlin, Bern u.a. 1993.

LEIDIG, G.: Unternehmensführung und komplexe Systemumwelten. In: Controller Magazin, 27.Jg. (2002), H.2, S.133-139.

LIEBERKNECHT, J. / WIEDMANN, K.-P.: Die Berücksichtigung des Einflusses alternativer Wettbewerbstrategien auf den Unternehmenserfolg im Rahmen eines System Dynamics Modells. Arbeitspapier Nr.26, Institut für Marketing, Universität Mannheim 1984.

LIESSMANN, K.: Strategisches Controlling - Konzept, Werkzeuge, Umsetzung. Aus: Freidank, C.-C. / Mayer, E. (Hrsg.): Controlling-Konzepte. Neue Strategien und Werkzeuge für die Unternehmenspraxis. 5., vollst. überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden 2001. S.3-102.

LINK, C. / ORBÁN, C.: Unternehmensplanung - Wertschöpfung oder Pflichtübung? In: Kostenrechnungspraxis, 46.Jg. (2002), H.1, S.11-17.

LUDEWIG, J.: Simulationsmodelle ganzer Unternehmungen. Wiesbaden 1975.

LYNEIS, J.M.: Corporate planning and policy design. Cambridge 1980.

LYNEIS, J.M.: Designing Financial Policies to Deal with Limited Financial Resources. Aus: Roberts, E.B. (Hrsg.): Managerial applications of system dynamics. Cambridge 1984. S.485-501.

LYNEIS, J.M.: System dynamics for business strategy: a phased approach. In: System Dynamics Review, 15.Jg. (1999), H.1, S.37-70.

LYNEIS, J.M.: System dynamics for market forecasting and structural analysis. In: System Dynamics Review, 16.Jg. (2000), H.1, S.3-25.

LYNEIS, J.M. / COOPER, K.G. / ELS, S.A.: Strategic management of complex projects: a case study using system dynamics. In: System Dynamics Review, 17.Jg. (2001), H.3, S.237-260.

LYNEIS, J.M. / GLUCKSMAN, M.A.: Market Analysis and Forecasting as a Strategic Business Tool. Aus: Milling, P.M. / Zahn, E. (Hrsg.): Computer-Based Management of Complex Systems. Proceedings of the 1989 International Conference of the System Dynamics Society, Stuttgart, July 10-14, 1989. Berlin, Heidelberg, New York u.a. 1989. S.136-143.

MALIK, F.: Gestalten und Lenken von sozialen Systemen. Aus: Probst, G.J.B. / Siegwart, H. (Hrsg.): Integriertes Management. Bausteine des systemorientierten Managements. Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Ulrich. Bern, Stuttgart 1985. S.205-216.

MANN, R.: Praxis Strategisches Controlling: mit Checklists und Arbeitsformularen. 5. Aufl., Landsberg am Lech 1989.

MASS, N.J.: Economic Cycles: An Analysis of Underlying Causes. Cambridge 1975.

MEADOWS, D.L.: Dynamics of Commodity Production Cycles. Cambridge 1970.

MEADOWS, D.L. / CLUB OF ROME: Die Grenzen des Wachstums: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart 1972.

MEADOWS, D.H.: The limits to growth: a report for The Club of Rome's project on the predicament of mankind. 8. Aufl., New York 1972.

MEADOWS, D.H. / MEADOWS, D.L. / RANDERS, J.: Die neuen Grenzen des Wachstums. 5. Aufl., Reinbek bei Hamburg, 2001.

MEIER, M. / SINZIG, W. / MERTENS, P.: SAP Strategic Enterprise Management und SAP Business Analytics. Integration von strategischer und operativer Unternehmensführung. Berlin, Heidelberg 2002.

MERTENS, P.: Ansätze zu Unternehmens-Gesamtmodellen. Aus: Rühle v. Lilienstern, H. (Hrsg.): Die informierte Unternehmung. Berlin 1972. S.293-310.

MERTENS, P. / GRIESE, J.: Integrierte Informationsverarbeitung 2. Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie. 7., akt. und überarb. Aufl., Wiesbaden 1993.

MICHEL, U.: Wertmanagement. Ein umfassender und durchgängiger Ansatz zur kapitalmarktorientierten Unternehmensteuerung. In: Controlling, 11.Jg. (1999), H.8/9, S.371-379.

MILLING, P.M.: Leitmotive des System-Dynamics-Ansatzes. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 14.Jg. (1984), H.10, S.507-513.

MILLING, P.M.: Business Systems as Control Systems. Paper for the 1990 European Conference of System Dynamics. Universita L. Bocconi 1990.

MILLING, P.M.: Modeling innovation processes for decision support and management simulation. In: System Dynamics Review, 12.Jg. (1996), H.3, S.211-234.

MILLING, P.M.: Understanding and managing innovation processes. In: System Dynamics Review, 18.Jg. (2002), H.1, S.73-86.

MOHAPATRA, P.K.J. / MANDAL, P. / BORA, M.C.: Introduction to System Dynamics Modelling. London 1994.

MORECROFT, J.D.W.: Strategy Support Models. In: Strategic Management Journal, 5.Jg. (1984), H.3, S.215-229.

MORECROFT, J.D.W.: The dynamics of a fledging high-technology growth market. Understanding and managing growth cycles. In: System Dynamics Review, 2.Jg. (1984), H.1, S.36-61.

MORECROFT, J.D.W.: The feedback view of business policy and strategy. In: System Dynamics Review, 1.Jg. (1985), H.1, S.4-19.

MORECROFT, J.D.W.: Rationality in the Analysis of Behavioral Simulation Models. In: Management Science, 31.Jg. (1985), H.7, S.900-916.

MORECROFT, J.D.W.: Executive Knowledge, Models, and Learning. Aus: Morecroft, J.D.W. / Sterman, J.D. (Hrsg.): Modeling for learning organizations. Portland 1994. S.3-28.

MORECROFT, J.D.W.: Management attitudes, learning and scale in successful diversification: a dynamic and behavioral resource system view. In: Journal of the Operational Research Society, 50.Jg. (1999), H.4, S.315-336.

MÜLLER, H. / GROTHEER, M.: Controlling-Konzepte im Wandel. In: Kostenrechnungspraxis, 46.Jg. (2002), H.4, S.214-220.

MYRTVEIT, M. / BEAN, M.: Business modelling and simulation. In: Wirtschaftsinformatik, 42.Jg. (2000), H.2, S.156-161.

NAYLOR, T.H.: Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems. New York, London, Sydney u.a. 1971.

NAYLOR, T.H. / GATTIS, D.R.: Corporate Planning Models. In: California Management Review, 18.Jg. (1976), H.4, S.69-78.

NAYLOR, T.H. / MANSFIELD, M.J.: The Design of Computer Based Planning and Modeling Systems. In: Long Range Planning, 10.Jg. (1977), H.1, S.16-25.

NAYLOR, T.H. / SCHAULAND, H.: A Survey of Users of Corporate Planning Models. In: Management Science, 22.Jg. (1976), H.9, S.927-937.

NICKLAS, M.: Unternehmenswertorientiertes Controlling im internationalen Industriekonzern. Gießen 1998.

NIEMEYER, G.: Kybernetische Modell- und Systemtheorie. system dynamics. München 1977.

NORD, O.C.: Growth of a New Product. Effects of Capacity-Acquisition Policies. Cambridge 1963.

OERTLI-CAJACOB, P.: A Strategy Simulation Model Based on System Dynamics for a Worldwide Optimization of Multi-level Inventory Control and Distribution. Aus: Hamza, M.H. (Hrsg.): Simulation '75. Calgary, Zürich 1976. S.358-363.

OEHLER, K.: Beyond Budgeting, was steckt dahinter und was kann Software dazu beitragen? In: Kostenrechungspraxis, 46.Jg. (2002), H.3, S.151-160.

OLIVA, R.: Tradeoffs in Response to Work Pressure in the Service Industry. In: California Management Review, 43.Jg. (2001), H.4, S.26-43.

ONSI, M.: Quantitative Models for Accounting Control. In: The Accounting Review, x.Jg. (1967), S.321-330.

ORR, D.: Two Books on Simulation in Economics and Business. In: The Journal of Business, x.Jg. (1963), S.69-76.

ORTLIEB, C.P.: Simulation dynamischer Vorgänge - Zur "System Dynamics"-Methode und ihren Problemen. Hamburg 1987.

OSSIMITZ, G.: Materialien zur Systemdynamik. Wien, Stuttgart 1990.

OTLEY, D.T. / BERRY, A.J.: Control, organization and accounting. Aus: Emmanuel C. / Otley, D. / Merchant K. (Hrsg.): Readings in Accounting for Management Control. London, Glasgow, Weinheim u.a. 1992. S.28-48.

PACKER, D.W.: Resource Acquisition in Corporate Growth. Cambridge 1964.

PAPE, U.: Wertorientierte Unternehmensführung und Controlling. 2., überarb. Aufl., Berlin 1999.

PAUL, J.: 10 Jahre Balanced Scorecard: Was haben wir gelernt? In: Controller Magazin, 27.Jg. (2002), H.1, S.51-59.

PEDELL, B. / SCHWIHEL, A.: Balanced Scorecard als strategisches Führungsinstrument in der Energiewirtschaft. Dargestellt am Beispiel der Erdgas Südbayern GmbH In: Controlling, 14.Jg. (2002), H.1, S.45-53.

PEJIC-BACH, M.: Surviving in an environment of financial indiscipline: a case study from a transition country. In: System Dynamics Review, 19.Jg. (2003), H.1, S.47-74.

PORTER, M.E.: Wettbewerbsstrategien. Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten. 6. Aufl., Frankfurt a.M., New York 1990.

PORTER, M.E.: Wettbewerbsvorteile. Spitzenleistungen erreichen und behaupten. 3. Aufl., Frankfurt a.M., New York 1992.

POWELL, S.G. / SCHWANINGER, M. / TRIMBLE, C.: Measurement and control of business processes. In: System Dynamics Review, 17.Jg. (2001), H.1, S.63-91.

PROBST, A.R.: Computermodelle für die Unternehmensplanung. Stand und Entwicklungstendenzen. In: Management Zeitschrift io, 45.Jg. (1976), H.7/8, S.267-270.

PROBST, G.J.B.: Regeln des systemischen Denkens. Aus: Probst, G.J.B. / Siegwart, H. (Hrsg.): Integriertes Management. Bausteine des systemorientierten Managements. Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Ulrich. Bern, Stuttgart 1985. S.181-204.

RICHARDSON, G.P.: Introduction to system dynamics modeling with DYNAMO. Portland 1981.

RICHARDSON, G.P.: Problems with causal-loop diagrams. In: System Dynamics Review, 2.Jg. (1986), H.2, S.158-170.

RICHARDSON, G.P.: Problems with causal-loop diagrams revisited. In: System Dynamics Review, 13.Jg. (1997), H.3, S.247-252.

RIESTER, W.F.: Organisation und Kybernetik. Aus: Bleicher, K. (Hrsg.): Organisation als System. Wiesbaden 1972. S.153-171.

ROBERTS, E.B.: Industrial Dynamics and the Design of Management Control Systems. In: Management Technology, 3.Jg. (1963), H.2, S.100-118.

ROBERTS, E.B.: New Directions in Industrial Dynamics. In: Sloan Management Review, 6.Jg. (1964), H.1, S.5-14.

ROBERTS, E.B.: Strategies for Effective Implementation of Complex Corporate Models. Aus: Grochla, E. / Szyperski, N. (Hrsg.): Modell- und computergestützte Unternehmensplanung. Wiesbaden 1973. S.723-732.

ROBERTS, E.B. (Hrsg.): Managerial applications of system dynamics. Cambridge 1984.

ROBERTS, E.B.: System Analysis of Apparel Company Problems. Aus: Roberts, E.B. (Hrsg.): Managerial applications of system dynamics. Cambridge 1984. S.227-243.

ROBERTS, E.B.: The Design of Management Control Systems. Aus: Roberts, E.B. (Hrsg.): Managerial applications of system dynamics. Cambridge 1984. S.393-411.

ROBERTS, E.B.: Strategies for Effective Implementation of Complex Corporate Models. Aus: Roberts, E.B. (Hrsg.): Managerial applications of system dynamics. Cambridge 1984. S.77-85.

ROBERTS, E.B.: A Simple Model of R&D Project Dynamics. Aus: Roberts, E.B. (Hrsg.): Managerial applications of system dynamics. Cambridge 1984. S.293-314.

ROBERTS, N. / ANDERSEN, D.F. / DEAL, R.M.: Introduction to Computer Simulation: The System Dynamics Approach. Reading / Mass. 1983.

ROSENKRANZ, F.: An Introduction to Corporate Modeling. Durham 1979.

ROSENKRANZ, F.: Unternehmensplanung. Grundzüge der modell- und computergestützten Planung mit Übungen. 2. Aufl., München, Wien 1995.

RÜHLI, E.: Unternehmensführung und Unternehmenspolitik. Band 1. 3., vollst. überarb. und erw. Aufl., Bern, Stuttgart, Wien 1996.

SCHÄFFER, U.: Strategische Steuerung mit der Balanced Scorecard. Aus: Freidank, C.-C. / Mayer, E. (Hrsg.): Controlling-Konzepte. Neue Strategien und Werkzeuge für die Unternehmenspraxis. 5., vollst. überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden 2001. S.461-493.

SCHMIDT, D.: Computer-based Decision Support of Strategic Planning and Strategic Management with System Dynamics Models Illustrated by the Example of the German Federal Railway. Aus: Milling, P.M. / Zahn, E. (Hrsg.): Computer-Based Management of Complex Systems. Proceedings of the 1989 International Conference of the System Dynamics Society, Stuttgart, July 10-14, 1989. Berlin, Heidelberg, New York u.a. 1989. S.177-185.

SCHMIDT, D.: Strategisches Management komplexer Systeme: die Potentiale computergestützter Simulationsmodelle als Instrumente eines ganzheitlichen Ma-

nagements - dargestellt am Beispiel der Planung und Gestaltung komplexer Instandhaltungssysteme. Frankfurt a.M., Bern, New York u.a. 1992.

SCHNEEVOIGT, J.: Produktlebenszyklus-Modelle in der Unternehmensplanung unter Nutzung von System Dynamics. Diss. Jena 1992.

SCHOBER, F.: Computergestützte Unternehmensplanung (1) - Einführung in das Planungsinstrumentarium. In: IBM Nachrichten, 27.Jg. (1977), H.237, S.245-250.

SCHOBER, F.: Computergestützte Unternehmensplanung (8) - Implementierung von Planungsmodellen. In: IBM Nachrichten, 29.Jg. (1979), H.245, S.117-122.

SCHOEFFLER, S. / BUZZELL, R.D. / HEANY, D.F.: Impact of strategic planning on profit performance. In: Harvard Business Review, 52.Jg. (1974), H.2, S.137-148.

SCHÖNEBORN, F.: How Managerial Incentive Systems Influence the Company's Business Performance – A System Dynamics Model and its Results. Aus: System Dynamics Society (Hrsg.): Proceedings of the 17th International Conference of the System Dynamics Society. Wellington 1999.

SCHÖNEBORN, F.: Controlling Service Business at a German printing press manufacturer. Aus: System Dynamics Society (Hrsg.): Proceedings of the 19th International Conference of the System Dynamics Society. Atlanta 2001.

SCHÖNEBORN, F.: Linking Balanced Scorecard to System Dynamics. Aus: System Dynamics Society (Hrsg.): Proceedings of the 21st International Conference of the System Dynamics Society. New York 2003.

SCHÖNIT, W.: Produktinnovationen als Objekte dynamischer Systemanalysen: ein System-Dynamics-Modell zur Erklärung und Gestaltung von Innovationsprozessen in industriellen Unternehmen. Pfaffenweiler 1989.

SCHREYÖGG, G.: Unternehmensstrategie. Grundfragen einer Theorie strategischer Unternehmensführung. Berlin, New York 1984.

SCHRÖDER, E.F.: Modernes Unternehmenscontrolling. Handbuch für die Unternehmenspraxis. Ludwigshafen 2000.

SCHRÖDER, E.F.: Wertorientiertes Controlling. Aus: Freidank, C.-C. / Mayer, E. (Hrsg.): Controlling-Konzepte. Neue Strategien und Werkzeuge für die Unternehmenspraxis. 5., vollst. überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden 2001. S.185-224.

SCHWARZ, R.: Controlling-Systeme. Wiesbaden 2002.

SCHWARZ, R. / EWALDT, J.W.: Über den Beitrag systemdynamischer Modellierung zur Abschätzung technologischer Evolution. Aus: Möhrle, M.G. / Isenmann, R.: Technologie-Roadmapping. Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin, Heidelberg, New York u.a. 2002. S.159-175.

SCHWARZ, R. / MAYBAUM, P.: Is the LYNEIS-model reproducible? Aus: System Dynamics Society (Hrsg.): Proceedings of the 18th International Conference of the System Dynamics Society. Bergen 2000.

SCHWARZ, R. / SCHÖNEBORN, F.: An elementary dynamic model of a small start-up firm. Aus: System Dynamics Society (Hrsg.): Proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society. Palermo 2002.

SEGNER, M.: Szenario-Technik. Forschungsreihe Systemtechnik, Bericht Nr. 8 Berlin 1976.

SENGE, P.M.: Die fünfte Disziplin. Kunst und Praxis der lernenden Organisation. 2. Aufl., Stuttgart 1996.

SENGE, P.M. / LANNON, C.: Managerial Microworlds. In: Technology Review, 92.Jg. (1990), S.63-68.

SENGE, P.M. / STERMAN, J.D.: System thinking and organizational learning: acting locally and thinking globally in the organization of the future. In: European Journal of Operational Research, 59.Jg. (1992), S.137-150.

SIMONS. R.: The role of management control systems in creating competitive advantage: new perspectives. Aus: Emmanuel C. / Otley, D. / Merchant K. (Hrsg.): Readings in Accounting for Management Control. London, Glasgow, Weinheim u.a. 1992. S.622-645.

SINZIG, W.: Strategische Unternehmensführung mit SAP SEM. In: Wirtschaftsinformatik, 42.Jg. (2000), H.2, S.147-155.

STEINER, G.A.: Top Management Planung. München 1971.

STERMAN, J.D.: Modeling managerial behavior: Misperceptions of feedback in a dynamic decision experiment. In: Management Science, 35.Jg. (1989), H.3, S.321-339.

STERMAN, J.D.: Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston 2000.

SZYPERSKI, N.: Forschungs- und Entwicklungsprobleme der Unternehmensplanung. Aus: Grochla, E. / Szyperski, N. (Hrsg.): Modell- und computergestützte Unternehmensplanung. Wiesbaden 1973. S.21-40.

SZYPERSKI, N. / MELLER, F. / RÖLLE, H.: Modellgestützte Management Informationssysteme in den USA. Erfahrungen und Entwicklungstendenzen. BIFOA Arbeitsbericht Nr. 71/1. Köln 1971.

TEICHMANN, U.: Szenariotechnik. In: Controlling, 4.Jg. (1990), H.1, S.43.

TÖPFER, A.: Kundenzufriedenheit und Wirtschaftlichkeit: Ein neuer Anspruch an den Controller. Aus: Horvath, P. (Hrsg.): Controlling des Strukturwandels. Standortflexibilität und Kundenzufriedenheit schaffen. Stuttgart 1996. S.109-149.

TSCHANDL, M. / BAUMANN, R.: Controlling: state of the art. In: Controller Magazin, 27.Jg. (2002), H.1, S.100-106.

ULRICH, H.: Die Unternehmung als ökonomisches System. Aus: Rühle v. Lilienstern, H. (Hrsg.): Die informierte Unternehmung. Berlin 1972. S.15-20.

ULRICH, H.: Management. Bern, Stuttgart 1984.

ULRICH, H. / PROBST, G.J.B.: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln. Ein Brevier für Führungskräfte. 4., unveränd. Aufl., Bern, Stuttgart, Wien 1995.

VENNIX, J.A.M.: Group Model Building. Facilitating Team Learning Using System Dynamics. Chichester, New York, Brisbane u.a. 1996.

VESTER, F.: Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter. 7. Aufl., München 1991.

WACK, P.: Szenarien: Unbekannte Gewässer voraus. In: Harvard manager, 9.Jg. (1986), H.2, S.60-77.

WANICZEK, M.: Entwicklungstendenzen im Controlling - Controlling-Audits - Ergebnisse 1991-2001. In: Kostenrechnungspraxis, 45.Jg. (2001), H.6, S.336-340.

WARREN, K.: Competitive Strategy Dynamics. Chichester 2002.

WARREN, K. / LANGLEY, P.: The effective communication of system dynamics to improve insight and learning in management education. In: Journal of the Operational Research Society, 50.Jg. (1999), H.4, S.396-404.

WEBER, K.P.: System Dynamics: Untersuchung eines kybernetisch-systemtheoretischen Modellansatzes unter bes. Berücksichtigung von wachstumstheoretischen Modellen. Frankfurt a.M. 1979.

WEBER, J. / BACHER, A. / GROLL, M.: Konzeption einer Balanced Scorecard für das Controlling von unternehmensübergreifenden Supply Chains. In: Kostenrechnungspraxis, 46.Jg. (2002), H.3, S.133-141.

WEGNER, G.: Systemanalyse. Aus: Bleicher, K. (Hrsg.): Organisation als System. Wiesbaden 1972. S.191-198.

WEIL, H.B.: Industrial Dynamics and Management Information Systems. Aus: Roberts, E.B. (Hrsg.): Managerial applications of system dynamics. Cambridge 1984. S.461-475.

WELGE, M.K. / AL-LAHAM, A.: Strategisches Management. Grundlagen - Prozess - Implementierung. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden 1999.

WELTERS, K.: Zum Problembegriff einer Theorie strategischer Unternehmensplanung. In: Zeitschrift für Organisation, 47.Jg. (1978), H.3, S.135-142.

WITTE, T.: Simulation. In: Die Betriebswirtschaft, 49.Jg. (1989), H.4, S.513-524.

WOLSTENHOLME, E.F.: System Enquiry. A System Dynamics Approach. Chichester, New York, Brisbane u.a. 1990.

WOLSTENHOLME, E.F.: A Systematic Approach to model Creation. Aus: Morecroft, J.D.W. / Sterman, J.D. (Hrsg.): Modeling for learning organizations. Portland 1994. S.175-194.

WOLSTENHOLME, E.F.: Towards the definition and use of a core set of archetypal structures in system dynamics. In: System Dynamics Review, 19.Jg. (2003), H.1, S.7-26.

ZAHN, E.: Das Wachstum industrieller Unternehmen. Versuch seiner Erklärung mit Hilfe eines komplexen, dynamischen Modells. Wiesbaden 1971.

ZAHN, E.: Zur Anwendung mathematischer Modelle bei der strategischen Planung. Aus: Grochla, E. / Szyperski, N. (Hrsg.): Modell- und computergestützte Unternehmensplanung. Wiesbaden 1973. S.597-619.

ZAHN, E.: Strategische Planung zur Steuerung der langfristigen Unternehmensentwicklung. Grundlagen zu einer Theorie der Unternehmensplanung. Berlin 1979.

ZAHN, E.: Entwicklungstendenzen und Problemfelder der strategischen Planung. Aus: Bergner, H. (Hrsg.): Planung und Rechnungswesen in der Betriebswirtschaftslehre. Berlin 1981. S.145-190.

ZAHN, E.: The use of models for strategy making. In: Cybernetica, 29.Jg. (1986), H.2, S.161-170.

ZAHN, E.: Strategieunterstützungssysteme. Aus: Milling, P. (Hrsg.): Systemmanagement und Managementsysteme. Festgabe für Gert v. Kortzfleisch zum 70. Geburtstag. Berlin 1991. S.43-79.

ZAHN, E. / FOSCHIANI, S. / GRESCHNER, J.: Systeme zur Unterstützung der strategischen Planung von Produktionssystemen. In: VDI nachrichten, 134.Jg. (1992), H.6, S.32-39.

ZAHN, E. / GRESCHNER, J.: Model-Based Planning for Strategic Management: An Integrated Simulation and Learning Toolkit. Aus: The System Dynamics Society (Hrsg.): Proceedings of the System Dynamics Conference. Mexico 1993. S.621-629.

ZANGEMEISTER, C.: Systemtechnik - eine Methodik zur zweckmäßigen Gestaltung komplexer Systeme. Aus: Bleicher, K. (Hrsg.): Organisation als System. Wiesbaden 1972. S.199-214.

ZANGEMEISTER, C.: Werturteil und formalisierte Planungsprozesse. Zur Notwendigkeit und praktischen Möglichkeit einer systematischen Integration menschlicher Urteilskraft und Erfahrung in modell- und computergestützte Planungssysteme. Aus: Grochla, E. / Szyperski, N. (Hrsg.): Modell- und computergestützte Unternehmensplanung. Wiesbaden 1973. S.99-123.

ZWICKER, E.: Möglichkeiten und Grenzen der betrieblichen Planung mit Hilfe von Kennzahlen. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 46.Jg. (1976), H.46, S.225-244.

ZWICKER, E.: System Dynamics in Inventory and Production Planning. In: OR Spektrum, 3.Jg. (1980), H.1, S.143-168.

ZWICKER, E.: Simulation und Analyse dynamischer Systeme in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Berlin, New York 1981.